

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –  
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
Hornicko – geologická fakulta  
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**NÁVRH KOMPLEXNÍ MODERNIZACE LOMU ŘEKA  
A PROPOSAL FOR THE GLOBAL INOVATION OF THE  
ŘEKA QUARRY**

**diplomová práce**

**Autor:  
Vedoucí diplomové práce:**

**Bc. Natálie Kluzová  
Doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph.D.**

**Ostrava 2009**



## Prohlášení

- Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

- Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 20.4.2009

Bc. Natálie Kluzová

## **Anotace**

Tématem předložené diplomové práce je komplexní modernizace lomu Řeka. Diplomová práce se zabývá modernizací strojního těžebního zařízení, budov a strojního technologického zařízení. V části týkající se modernizace těžebního zařízení jsou nahrazeny stávající stroje moderní dobývací technikou. Modernizovaná strojně - technologická část se skládá z jednotlivých okruhů: výroba, úprava a rozvod stlačeného vzduchu; nová budova kamenické dílny; odsávací zařízení; myčka nákladních automobilů. Důležitou součástí diplomové práce je stávající technologie těžby těšínského pískovce pro HKV a UKV. Navržená komplexní modernizace zvýší efektivitu dobývání těšínského pískovce, zlepší pracovní podmínky obsluhy a přispěje k ochraně životního prostředí lokality lomu, která je součástí CHKO Beskydy.

**Klíčová slova:** HKV, UKV, CHKO

## **Summary**

The subject of this pre-assigned Graduation Thesis is A proposal for the global innovation of the Řeka quarry. The Thesis deals with modernization of extracting machines, buildings and technological processes. Modernization part describes improvements in; production, upgrade and distribution of compressed air, Masonry workshops, exhaust equipment and truck wash-stand machines. Second part of this dissertation paper describes present excavation technologies of sandstone in Těšín for HKV and UKV and an idea for complex modernization of this plant i.e. increase effectiveness, improvement of working conditions which will consequently better environment in and around the site as it is a part of CHKO Beskydy.

## **OBSAH**

1. ÚVOD.....	1
2. GEOGRAFICKÁ, GEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA LOŽISKA .....	1
2.1. Geografická poloha ložiska.....	1
2.2. Geologie širšího okolí ložiska.....	2
2.3. Geologie vlastního ložiska.....	3
2.4. Hydrogeologie ložiska .....	5
2.5. Jakostní a technologická charakteristika užitkové suroviny .....	5
2.5.1. Celková jakostní charakteristika zkoumané horniny .....	5
3. SOUČASNÝ STAV DOBÝVÁNÍ, DOPRAVY A ÚPRAVY SUROVINY .....	6
3.1. Povrchové dobývání – strojní těžební zařízení .....	6
3.1.1. Všeobecně.....	6
3.1.2. Způsob dobývání – strojní těžební zařízení .....	7
3.2. Strojní technologická zařízení .....	8
3.2.1. Stlačený vzduch .....	8
3.2.2. Odsávací zařízení prachu .....	8
3.3. Budovy a stavby lomu .....	9
3.3.1. Provozní budova .....	9
3.3.2. Budova kompresorovny a příručního skladu .....	9
3.3.3. Kamenické přístřešky .....	9
3.3.4. Sklad PHM.....	9
3.3.5. Sklad trhavin .....	9
4. NÁVRH MODERNIZACE STROJNÍHO TĚŽEBNÍHO ZAŘÍZENÍ .....	10
4.1. Všeobecně.....	10
4.2. Hydraulické pásové rýpadlo KOMATSU PC 350-8 .....	11
4.2.1. Technické údaje rýpadla: .....	12
4.2.2. Orientační rozměry rýpadla: .....	13
4.2.3. Pracovní rozsahy rýpadla:.....	14
4.3. Čelní kolové nakladače KOMATSU WA 65-6 .....	15

4.3.1. Technické údaje nakladače: .....	15
4.3.2. Orientační rozměry nakladače: .....	15
4.4. Váha pro kolový nakladač TAMTRON PKV 50: .....	17
4.5. Hydraulické kladivo FRD F 35 XP .....	18
4.6. Pneumatická vrtací kladiva VKA 15 .....	19
4.7. Pneumatická klínovací kladiva KK9-BL .....	20
4.8. Kotoučová pila PK 90 .....	21
5. BUDOVY A STAVBY LOMU .....	22
5.1. Všeobecně .....	22
5.2. Provozní budova .....	22
5.3. Garáž .....	23
5.4. Čistírna odpadních vod .....	24
5.5. Plynovodní přípojka zemního plynu .....	24
6. NÁVRH MODERNIZACE STROJNÍHO TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ .....	25
6.1. Všeobecně .....	25
6.2. Výroba a úprava stlačeného vzduchu .....	26
6.2.1. Výroba stlačeného vzduchu – kompresor .....	26
6.2.2. Úprava stlačeného vzduchu - nevytápěná adsorpční sušička stlačeného vzduchu ATLAS COPCO CD 300.....	27
6.2.3. Vytápění kompresorovny .....	29
6.2.4. Rozvod stlačeného vzduchu.....	30
6.3. Nová budova kamenické dílny .....	30
6.3.1. Všeobecně .....	30
6.3.2. Vytápění budovy kamenické dílny .....	32
6.4. Odsávání jednotlivých pracovišť .....	36
6.4.1. Všeobecně .....	36
6.4.2. Návrh odsávacího zařízení.....	37
6.4.3. Výpočet množství odsávaného prachu, návrh filtru .....	38
6.4.3. Výpočet požadovaného podtlaku, návrh ventilátoru .....	41
6.5. Myčka nákladních automobilů HYDROCLAR.....	46
6.5.1 Technické údaje myčky: .....	46
6.5.2 Schéma myčky:.....	47

7. TECHNICKO – EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ NÁVRHU ....	48
7.1 Investiční náklady při modernizaci lomu.....	48
7.2 Ekonomické vyhodnocení návrhu.....	49
7.3 Ekologické vyhodnocení návrhu.....	50
8. ZÁVĚR .....	50
POUŽITÁ LITERATURA .....	52
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	55
SEZNAM TABULEK .....	57
SEZNAM PŘÍLOH.....	58

## **SEZNAM ZKRATEK**

BP	Bezpečnost práce .....	50
ČBÚ	Český báňský úřad .....	6
ČNR	Česká národní rada .....	10
ČR	Česká republika .....	11, 15, 18, 50
HKV	Hrubá kamenická výroba .....	11, 25
CHKO	Chráněná krajinná oblast .....	3, 50
MŽP	Ministerstvo životního prostředí .....	6, 36
NV	Nařízení vlády .....	34, 36, 37, 39
OBÚ	Obvodní báňský úřad .....	6
PEL	Přípustný expoziční limit .....	39
PHM	Pohonné hmoty .....	9, 30
SPZ	Státní poznávací značka .....	17
TZL	Tuhé znečišťující látky .....	36, 38
ŽP	Životní prostředí .....	1, 50



## **1. ÚVOD**

Těžba nerostných surovin v České republice patří k nejstarším v Evropě i ve světě. Po bouřlivém rozmachu těžby v 60., 70. a 80. letech nastal pokles v 90. letech minulého století. Nerostné suroviny bude lidstvo i do budoucna potřebovat a budou i nadále těženy a využívány. V souvislosti se zvyšujícím se rozsahem lomového dobývání nerostných surovin, je stále naléhavější požadavek rekultivace krajiny narušené pracemi spojenými s výstavbou a provozem lomů.

V lokalitě Řeka se nachází výhradní ložisko nevyhrazeného nerostu těšínského pískovce, které je těženo ve stěnovém lomu, umístěném na levém břehu toku Ropičanka v k.ú. obce Řeka. Lom Řeka je provozován společností Slezský kámen, a.s. Jeseník. Společnost v současnosti provozuje 3 největší žulové lomy na Jesenicku, dále lomy na tmavý a světlý mramor a v neposlední řadě lom na zelený těšínský pískovec (Řeka). Společnost Slezský Kámen, a.s., přijetím environmentální politiky se zavazuje k činnostem, které ovlivňují zlepšování ŽP v místech svých trvalých pracovišť.

Cílem diplomové práce je návrh nové, moderní provozovny lomu Řeka v souladu s environmentální politikou a zlepšením pracovního prostředí [3].

## **2. GEOGRAFICKÁ, GEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA LOŽISKA**

### **2.1. Geografická poloha ložiska**

Geograficky řadíme posuzované území k moravskoslezským Beskydám – k jejich severnímu okraji. Je to řada vyvýšenin godulského příkrovu, které tvoří jeho čelo. Oblast se nachází při severním okraji obce Řeka na úpatí hory Godula. Ložisko tvoří příkrý zalesněný svah po pravé straně státní silnice Střítež – Řeka. Lom byl podle ústního sdělení lomařů otevřen v letech 1880 – 1890 a těžba v něm pokračuje bez přerušení do dnešního dne. Těžený pískovec se používá hlavně ve stavebnictví a zahradní architektuře. Ložisko je chráněno dobývacím prostorem o ploše 108 000 m<sup>2</sup>. Množství vytěžitelných zásob je orientačně propočteno na 450 000 m<sup>3</sup>. Při uvažované průměrné roční těžbě 5 000 m<sup>3</sup> suroviny představuje propočtené množství zásob životnost ložiska 90 let [3].



Obrázek 1: Letecký snímek kamenolomu Řeka

## 2.2. Geologie širšího okolí ložiska

Ložisko stratigraficky zasahuje do karpatského flyše a beskydské křídý. Karpatský flyš, který je svým způsobem zcela odlišný od ostatních sedimentů, je charakterizován těmito zvláštnostmi :

- ❖ Geosynklinálními sedimenty velké mocnosti, poklesy vyrovnány sedimentací
- ❖ Výhradně mořským původem sedimentů
- ❖ Terrigenními detritickými usazeninami vápenců, slepenců a pískovců
- ❖ Pásemným charakterem faciálního vývoje
- ❖ Exotickými balvany ve slepencích
- ❖ Hieroglyfy, křivolupenitostí pískovců – nerovností vrstevních ploch
- ❖ Nedostatkem makrofosilií
- ❖ Přítomností glaukonitu

Tyto sedimentární horniny jsou druhohorního a kvarterního stáří, třetihory zde vyvinuty nejsou. Vlastní flyš je tvořen hlavně pískovci a břidlicemi křídového stáří. Beskydská křída jak spodní tak svrchní byla nasunuta na subslezský paleogen. Hovoříme o tzv. jednotce beskydské – slezském příkrovu.

Stratigrafie beskydské křídý je následující :

- ❖ Štramberský vápenec
- ❖ Spodní těšínské břidlice

- ❖ Těšínské vápence
- ❖ Svrchní těšínské břidlice
- ❖ Hradišťské vrstvy
- ❖ Veřovské vrstvy
- ❖ Lhotecké vrstvy
- ❖ Bašské vrstvy
- ❖ Godulské vrstvy

Ve slezském příkrovu je křída klasicky vyvinutá – bývá označována jako beskydská.

Odlišujeme zde dvě základní facie :

- 1) Vývoj bašský v severnějším pásmu
- 2) Vývoj godulský známý v jižním pásmu [3]

### 2.3. Geologie vlastního ložiska

Ložisko jemnozrných šedozelených – šedomodrých glaukonitických, místy vápnitých pískovců leží v břidličnato – pískovcovém souvrství godulských vrstev, při čele godulského příkrovu na úpatí kopce Godula v obci Řeka. Godulské vrstvy se dělí na :

- 1) Pestrou Godulu
- 2) Godulské vrstvy : a) spodní      b) střední      c) svrchní

ad 1) Jsou to barevné břidlice s vrstvami pískovců většinou s glaukonitem místy více vápnitými.

ad 2) a) Spodní vrstvy godulské jsou glaukonitické pískovce slídnaté, vápnité s dosti častými polohami břidlic, někdy i zbarvených do červená a do zelena.

b) Střední vrstvy - monotonní glaukonitické pískovce lavicovité, v lavicích o mocnosti 0,3 – 4 m

c) Svrchní vrstvy podobné spodním – je to husté střídání laviček břidlic a pískovců většinou jemnozrných – středně zrnitých. Tyto svrchní godulské vrstvy můžeme pozorovat tam, kde jsou v nadloží godulských vrstev vyvinuty vrstvy istebské.

Morfologicky celý komplex godulských vrstev jeví značné rozmanitosti. Pestré vrstvy a břidličná souvrství godulská tvoří deprese při severním pruhu moravskoslezských Beskyd. Oproti tomu střední oddíl tvoří hlavní horský hřeben a nejvyšší pohoří Beskyd – Radhošť, Kněhyně, Lysá hora. Tyto vrcholy jsou zaoblené, zasutěné, většinou bez výchozů. Vlastní ložisko patří k břidličnato – pískovcovému oddílu s převládajícím pískovcem, břidlice tvoří asi 4%. Materiálem je hrubě lavicovitý, místy křemitý, místy vápnitější glaukonitický pískovec šedomodré – zelenošedé barvy, většinou jemnozrný, s přibýváním vápnité

složky přibývá hrubosti zrna. V lomové těžební stěně jsou pískovcové lavice o mocnosti od 0,3 do 4 m. Makroskopicky je hornina jemnozrnná, středně zrnitá, všesměrně zrnitá, nevrstevnatá nebo s náznakem vrstevnatosti s makroskopicky rozlišitelnými součástkami křemene, slídků, glaukonitu. Mikroskopicky je hornina složená převážně z křemene, podřadněji glaukonitu s akcesorickým limonitem, zirkonem, turmalínem, biotitem, muskovitem, plagioklasem a živcem. Velikost součástek se u pískovce pohybuje :

- u jemnozrnného od 0,02 do 0,1 mm
- u středně zrnitého od 0,1 do 0,25 mm
- u hrubě zrnitého od 0,25 do 2 mm

Geneticky řadíme ložisko k cenomanu až turonu, k mořským sedimentům, o čemž svědčí roztroušená zrnka glaukonitu a některé druhy fosilií, čeřinové polohy a hieroglyfy. Už od počátku spodní křídly došlo k intenzivní sedimentaci částečně flyšového charakteru. V albu – cenomanu zvláště v moravskoslezských Beskydách vznikaly sedimenty obrovské mocnosti. Sedimentace byla provázena mohutným poklesáváním dna, které místy dosahuje 300 – 400 m mocnosti. Hloubka křídového moře nebyla příliš velká a současně s mohutným poklesáváním se geosynklinála stěhuje k severu. Rozsah ložiska je značný, protože průzkumná oblast se nachází na úpatí beskydských hor většinou tvořených stejným materiálem. Mocnost zdejších godulských souvrství se odhaduje asi na 1000 m [3].



*Obrázek 2: Vrstvy godulského pískovce v kamenolomu Řeka*

## 2.4. Hydrogeologie ložiska

Pro hydrogeologii je nutno se zmínit o vodním toku Ropičanka, který se zařezává na úpatí gutských a godulských kopců patřících k těšínským vrstvám. Jde o řeku šíře 3 – 5 m, hloubky ve zkoumaném území 0,5 m. Pouze při větších povodních se mírně rozlévá. Její úroveň je spodní hranicí těžitelnosti pískovce v blízkém lomu. Ve vrtech se ztrácela voda ihned po navrtání pevných vrstev buď na polohách břidlic nebo na svislých puklinách. Při mírném úklonu vrstev k severovýchodu není nebezpečí většího výskytu vody v lomu. Pouze v jihozápadní části dochází k malému prosakování vody, která ale neovlivňuje těžbu.

V lomu se nevyskytují spodní vody [3]

## 2.5. Jakostní a technologická charakteristika užitkové suroviny

Objemová hmotnost pískovce se pohybuje v mezích 2 460 – 2 590 kg.m<sup>-3</sup>. Průměrná pevnost v tlaku se pohybuje v mezích:

- 1) v suchém stavu ... 69,1 – 101,1 MPa
- 2) po nasáknutí ..... 65,8 – 100,7 MPa
- 3) po zmrazení ..... 67,9 – 97 MPa [3]

### 2.5.1. Celková jakostní charakteristika zkoumané horniny

Těžební materiál v lokalitě Řeka je určen pro výrobu stavebního a lomového kamene, sochařského kamene, obrubníků, šterků a granulovaných drtí pro živičné úpravy. Surovina je vhodná na výrobu obrubníků. Pískovec je možno dále doporučit na výrobu měřických značek základního a podrobného bodového pole, mezníků a stavebního kamene. S ohledem na vysokou nasákavost nemůže být použit pro vodní stavby, kde je kámen ve stálém styku s vodou. Pískovec lze využít na výrobu obyčejných a granulovaných drtí pro betonářské účely [3]

### **3. SOUČASNÝ STAV DOBÝVÁNÍ, DOPRAVY A ÚPRAVY**

#### **SUROVINY**

#### **3.1. Povrchové dobývání – strojní těžební zařízení**

##### **3.1.1. Všeobecně**

Pro obnovení povolení hornické činnosti byl na část pozemků s vyřešenými majetkoprávními vztahy zpracován v únoru 1999 Plán otvírky, přípravy a dobývání výhradního ložiska pískovce – Řeka. Hornická činnost byla povolena OBÚ v Ostravě Rozhodnutím o povolení hornické činnosti v kamenolomu Řeka ze dne 20.5.1999 zn. 2224/1999-511.4/Ing.N/An bez časového omezení. Ložisko je chráněno dobývacím prostorem o ploše 108 000 m<sup>2</sup>, schváleným ministerstvem stavebnictví v Praze dne 7.9.1967 pod čj. 0417/67.

V souvislosti s provozováním hornické činnosti je vedena geologická dokumentace v souladu s vyhláškou MŽP č. 368/2004 Sb. [15] a důlně měřická dokumentace ve smyslu vyhl. ČBÚ č. 435/1992 [12] ve znění pozdějších předpisů.

Podle použitých strojních zařízení jsou v plánu otvírky, přípravy a dobývání stanoveny následující parametry řezů a pracovních plošin:[3]

Pracoviště	1	2	n
Nadmořská výška etáže (řezu)	max 460 m n.m.	max. 485 m n.m.	( (n – 1) + max. 25 ) m n.m.
Výška etáže ( řezu )	max. 25 m	max. 25 m	max. 25 m
Šířka pracovních plošin při míjení jeřábu a rýpadla	min. 11 m	min 11 m	min 11 m
Šířka pracovních plošin při práci jeřábu a rýpadla	min 20 m	min 20 m	min 20 m
Šířka pracovních plošin závěrného svahu	4 m	4 m	4 m
Sklon řezů	75 °	75 °	75 °

*Tabulka 1: Rozměry řezů a šířek pracovních plošin a způsob dobývání a nakládání*

### 3.1.2. Způsob dobývání – strojní těžební zařízení

Ložisko je dobýváno stěnovým lomem založeným nad erozní bázi místní vodoteče. Vlastní těžba se provádí ve stupních, které jsou vedeny tak aby byly dodrženy parametry jednotlivých řezů. Šířky pracovních plošin jsou určeny s ohledem na možnost míjení strojních a dopravních zařízení, dodržení rozměrů cest pro chůzi a zároveň zřízení kolektivního zajištění proti pádu ve vzdálenosti 1,5 m od volného okraje pracovní plošiny. Po plošinách, mimo plošiny závěrného svahu, se mohou pohybovat a míjet i ostatní mechanismy, jestliže součet šířek jejich obrysů včetně nákladu dosahuje max. 7,25 m. Na plošinách závěrného svahu se nepředpokládá pohyb mechanismů.

Výlom bloků je prováděn vrtací technikou, ručními klíny, hydraulickými klíny Darda nebo Cevamitem a výjimečně trhačími pracemi malého rozsahu za použití černého trhačího prachu a ostatních průmyslových trhavín.

Pro odsun volných nebo uvolněných bloků kamene (např. v narušených partiích lomové stěny) se používají tlakové vaky. Ruční vrtací práce se provádějí vrtacími kladivy VK – 15. Bloky vhodné pro ušlechtilou kamenickou výrobu jsou nakládány rýpadlem na nákladní automobily a odváženy k dalšímu zpracování, ostatní bloky jsou vysokozdviznými vozíky nebo nákladními automobily přepravovány pod kamenické přístřešky nebo na určená pracoviště na volném prostranství, kde se zpracovávají na výrobky hrubé kamenické výroby. Nakládání výklizu, záhozového kamene, přesun natěženého materiálu do dosahu jeřábu, čištění ploch a čištění okrajů pracovních plošin řezů se provádí pásovým rýpadlem s podkopovou lžící [3].

Pro potřeby těžby a opracování je používáno toto stávající strojní zařízení:

- Rýpadlo s podkopovou lžící
- Hydraulické klíny Darda
- Pneumatická vrtací kladiva VK 15 (4 ks)
- Pneumatická klínová kladiva K 9-2 (5 ks)
- Vysokozdvizné vozíky typ DVHM 3522 TXTK (2 ks)
- Nákladní automobil TATRA 815

## 3.2. Strojní technologická zařízení

### 3.2.1. Stlačený vzduch

V kamenolomu je instalován rozvod stlačeného vzduchu nutný pro pneumatická zařízení. Rozvod je proveden ocelovým potrubím DN 125 uloženým na ocelových sloupech ve výšce cca 5 m, které u jednotlivých pracovišť kamenických přístřešků končí redukováným potrubím DN 50 s jednoduchými odkalovači pro odvod kondenzátu ze vzduchu. Za kamenickými přístřešky vzduchovod pokračuje redukcí DN 50 na jednotlivé etáže. Zdrojem tlakového vzduchu je stacionární rotační šroubový kompresor se vstřikováním oleje **ATLAS COPCO GA 90 VSD** o výkonu  $900 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  s integrovaným řízením pohonem. Elektronický regulátor, který automaticky ovládá kompresor, udržuje tlak v síti na naprogramované hodnotě pomocí změny otáček hnacího elektromotoru v závislosti na spotřebě vzduchu. Regulátor má ovládací panel opatřený:

- LED diodami indikujícími stav kompresoru
- Displejem indikujícím provozní podmínky
- Klávesami k ovládání kompresoru
- Tlačítky k manuálnímu spuštění
- Tlačítkem zastavení v nouzi

Kompresor je umístěn v samostatné budově kompresorovny. Výstup tlakového vzduchu z kompresoru potrubím DN 75 pokračuje přes vzdušník a pak na centrální vzduchovod DN 125. V kompresorovně se nachází také separátor oleje Öwamat.

### 3.2.2. Odsávací zařízení prachu

V kamenických přístřešcích jsou instalována jednoduchá odsávací zařízení prachu u dvou pracovišť - pro každé pracoviště samostatné. Zařízení sestává z odsávacího potrubí, ventilátoru, textilního filtru, výfukového potrubí. Odsávaný prach je jímán do sběrných pytlů, které jsou likvidovány fy Nehlsen Třinec.



### **3.3. Budovy a stavby lomu**

#### **3.3.1. Provozní budova**

Provozní budova je přízemní, zděná se sedlovou střechou o půdorysných rozm. 24,65 x 6,5 m. Slouží jako šatny, umývárny a kancelář. Vytápění objektu je elektrické. Odpadní vody sociálního zařízení jsou shromažďovány v žumpě na vyvážení.

#### **3.3.2. Budova kompresorovny a příručního skladu**

Zděná budova půdorysných rozm. 10 x 5 m sestává ze dvou samostatných celků: kompresorovny a příručního skladu. Je situována naproti provozní budovy. V kompresorovně jsou umístěny: stacionární kompresor ATLAS COPCO GA 90 VSD, separátor oleje Öwamat a vzdušník. Rozměry kompresorovny (šířka x délka x výška): 3,7 x 4,5 x 2,9 m.

#### **3.3.3. Kamenické přístřešky**

Konstrukce je dřevěná o půdorysných rozm. 5 x 20 m (šířka x délka). Objekt sestává z pěti pracovišť pro hrubou kamenickou výrobu, každé je připojeno na rozvod stlačeného vzduchu a na odsávací zařízení.

#### **3.3.4. Sklad PHM**

Sklad PHM je nadzemní plechový sklad pro naftu a oleje.

#### **3.3.5. Sklad trhavin**

Sklad trhavin je umístěn v lesním porostu za budovou kompresorovny. Je určen pro trhací práce malého rozsahu za použití černého trhacího prachu a ostatních průmyslových trhavin.

## **4. NÁVRH MODERNIZACE STROJNÍHO TĚŽEBNÍHO ZAŘÍZENÍ**

### **4.1. Všeobecně**

Modernizace části strojního zařízení je popsána v [3]. Při návrhu modernizace těžby jsem uvažovala s náhradou stávajícího zastaralého strojního parku moderními stroji, které jsou produktivní, spolehlivé, pohodlné pro obsluhu a šetrné k životnímu prostředí, jelikož celé území lokality lomu je součástí zvláště chráněného území dle § 14 zákona ČNR č. 114/1992 o ochraně přírody a krajiny kterým je Chráněná krajinná oblast Beskydy a to její 3. zóna. V bakalářské práci jsem navrhla stávající jeřáb a pásové rýpadlo nahradit hydraulickým rýpadlem KOMATSU PC 340-7, vysokozdvizné vozíky kolovým nakladačem KOMATSU WA 65-3 se zabudovaným vážním systémem TAMTRON PKV 50. V současné nabídce strojů KOMATSU [25] tyto typy již nejsou k dispozici. V diplomové práci jsem proto navrhla modernější stroje ze současné nabídky: hydraulické pásové rýpadlo KOMATSU PC 350-8 a 2 kolové nakladače KOMATSU WA 65-6, každý se zabudovaným vážním systémem TAMTRON PKV 50. Provoz 2 nakladačů je navržen z důvodu rozšíření výroby. Modernější stroje KOMATSU se liší oproti původním mimo jiné tím, že je možno u nich aktivovat monitorovací systém Komatsu KOMTRAX, který pomocí technologie komunikačních družic a navigačního systému GPS je schopen monitorovat využití a zabezpečení stroje. Dále u obou strojů jsou vyvinuty nové motory, které splňují přísné podmínky v ochraně životního prostředí. Moderní vážní systém TAMTRON PKV 50 [29] pro kolové nakladače se vyznačuje vysokou přesností a plně dynamickým systémem vážení (za pohybu).

Jako další část modernizace těžebního zařízení jsem navrhla toto strojní zařízení:

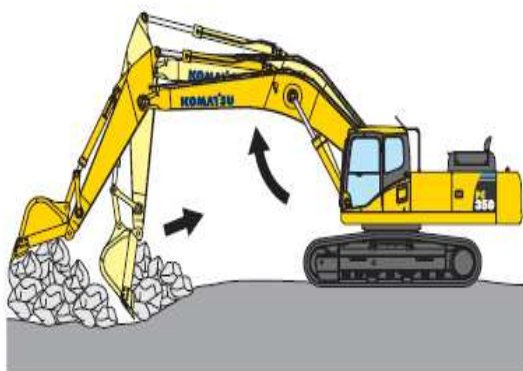
- Hydraulické kladivo F 35 XP od fy FRD – nové zařízení, které po instalaci na výložník rýpadla bude použito jako prostředek primární těžby a také k sekundárnímu rozpojování nadměrných kusů horniny
- Pneumatická vrtací kladiva VKA 15 od fy Permon (4 ks) – náhrada stávajících vrtacích kladiv

- Pneumatická klínovací kladiva KK9-BL od fy Permon (5 ks) – náhrada stávajících klínovacích kladiv
- Kotoučová pila PK 90 od fy Huddy Diamonds – nové zařízení s uplatněním při pracích HKV

V rámci komplexní modernizace lomu je navržen výlom bloků hydraulickým kladivem F 35 XP, které je přídatným zařízením hydraulického pásového rýpadla PC 350-8. Tato technologie rozpojování hornin představuje moderní, produktivní způsob těžby a bude tak zajištěno její zvýšení na cca 14 000 t horniny ročně. Stávající technologie těžby vrtací technikou, Cevamitem a výjimečně trhacími pracemi malého rozsahu za použití černého trhacího prachu je ponechána.

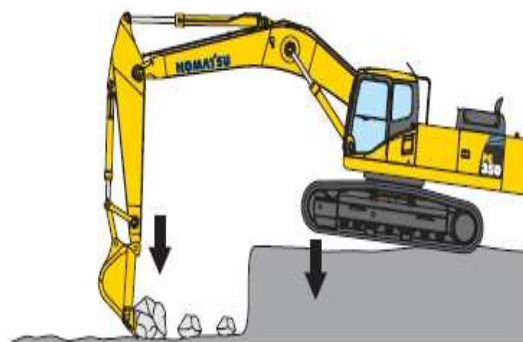
#### 4.2. Hydraulické pásové rýpadlo KOMATSU PC 350-8

Dodavatelem pro ČR fa KUHN – Bohemia [25]. PC 350-8 je odolný, produktivní stroj s pracovním zařízením pro těžký provoz. Stroj disponuje dvěma režimy ovládání výložníku:



Obrázek 3: Režim „Plynulý“

Plovoucí polohování výložníku vzhůru snižuje nadzvedávání přední části stroje. To umožňuje shromažďování vytěžené horniny a dokončovací operace



Obrázek 4: Režim „Power“

Rypná síla výložníku vzrůstá, což dovolu je začišťovací a rypné operace v tvrdém podloží.

**4.2.1. Technické údaje rýpadla:**

Hydraulické rýpadlo PC 350-8 je s jednoduchým výložníkem, housenicovým podvozkem se šířkou pásu 600 mm.

Provozní hmotnost .....34 420 kg

Měrný tlak .....0,66 kg . cm<sup>-2</sup>

Pojezdová rychlost .....3,2/4,5/5,5 km . h<sup>-1</sup> (pojezdová rychlost je automaticky přerazována v závislosti na terénních podmínkách)

Rychlost otáčení .....0 - 9,5 ot. . min<sup>-1</sup>

Výkon motoru .....184 kW

Objem lopaty .....1,42 m<sup>3</sup>

Max. tažná síla stroje .....26 900 kg (poskytuje vysokou stoupavost)

Stoupavost .....70 %, 35°

Hladina vnějšího hluku .....105 dB

Hladina vnitřního hluku.....71 dB (v kabině)

Maximální rypná síla lžíce v režimu „Power“ dosahuje 26 400 kg (vzrůstá při použití kratších délek násady)

$$\text{Teoretická výkonnost } Q_t = \frac{3600 \cdot V_L}{t_c} [\text{m}^3 \text{ sz} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (4 - 1)$$

$$Q_t = \frac{3600 \cdot 1,42}{23} = 222 \text{ m}^3 \text{ sz} \cdot \text{h}^{-1}$$

$V_L = 1,42 \text{ m}^3$  - objem lopaty

$t_c = 23 \text{ s}$  - doba cyklu při otáčení o 90°

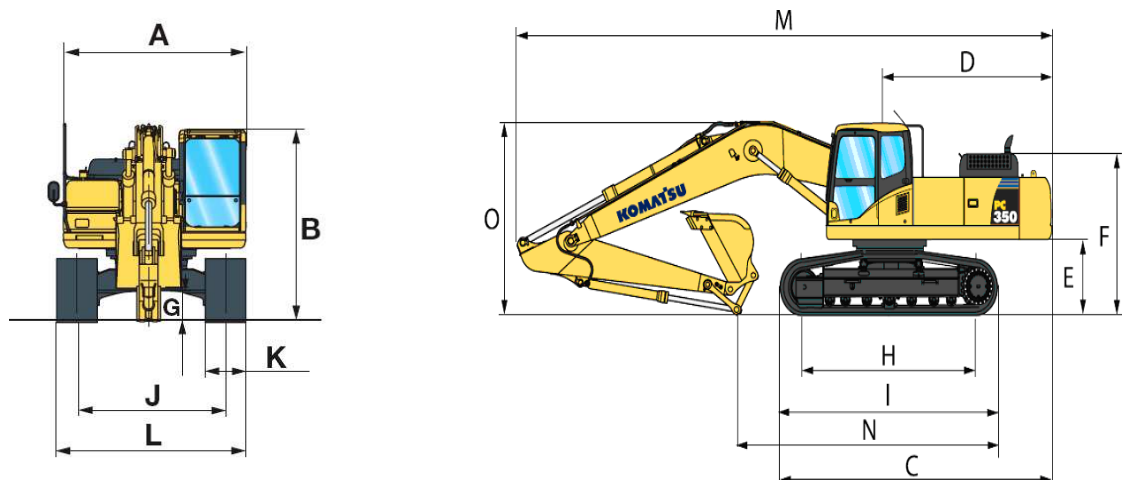
$$\text{Technická výkonnost } Q_{\text{tech}} = Q_t \cdot \frac{k_p}{k_n} [\text{m}^3 \text{ rz} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (4 - 2)$$

$$Q_{\text{tech}} = 222 \cdot \frac{0,9}{1,3} = 154 \text{ m}^3 \text{ rz} \cdot \text{h}^{-1}$$

$k_p = 0,9$  – koeficient plnění lopaty

$k_n = 1,3$  – koeficient nakypření

## 4.2.2. Orientační rozměry rýpadla:



Obrázek 5: Rozměry rýpadla PC 350-8

A	Celková šíře vrchní nástavby	2.995 mm
B	Celková výška s kabinou	3.100 mm
C	Celková délka základního stroje	5.882 mm
D	Délka zadní otočné části	3.405 mm
	Poloměr otáčení zadní části	3.450 mm
E	Světlost pod protizávažím	1.186 mm
F	Výška zadní části stroje	2.580 mm
G	Světlost nad zemí	498 mm
H	Vzdálenost os vodicího a hnacího kola	4.030 mm
I	Délka pásu	4.955 mm
J	Rozchod pásů	2.590 mm
K	Šíře pásu	600 mm
L	Celková šíře přes pásy 600 mm	3.190 mm

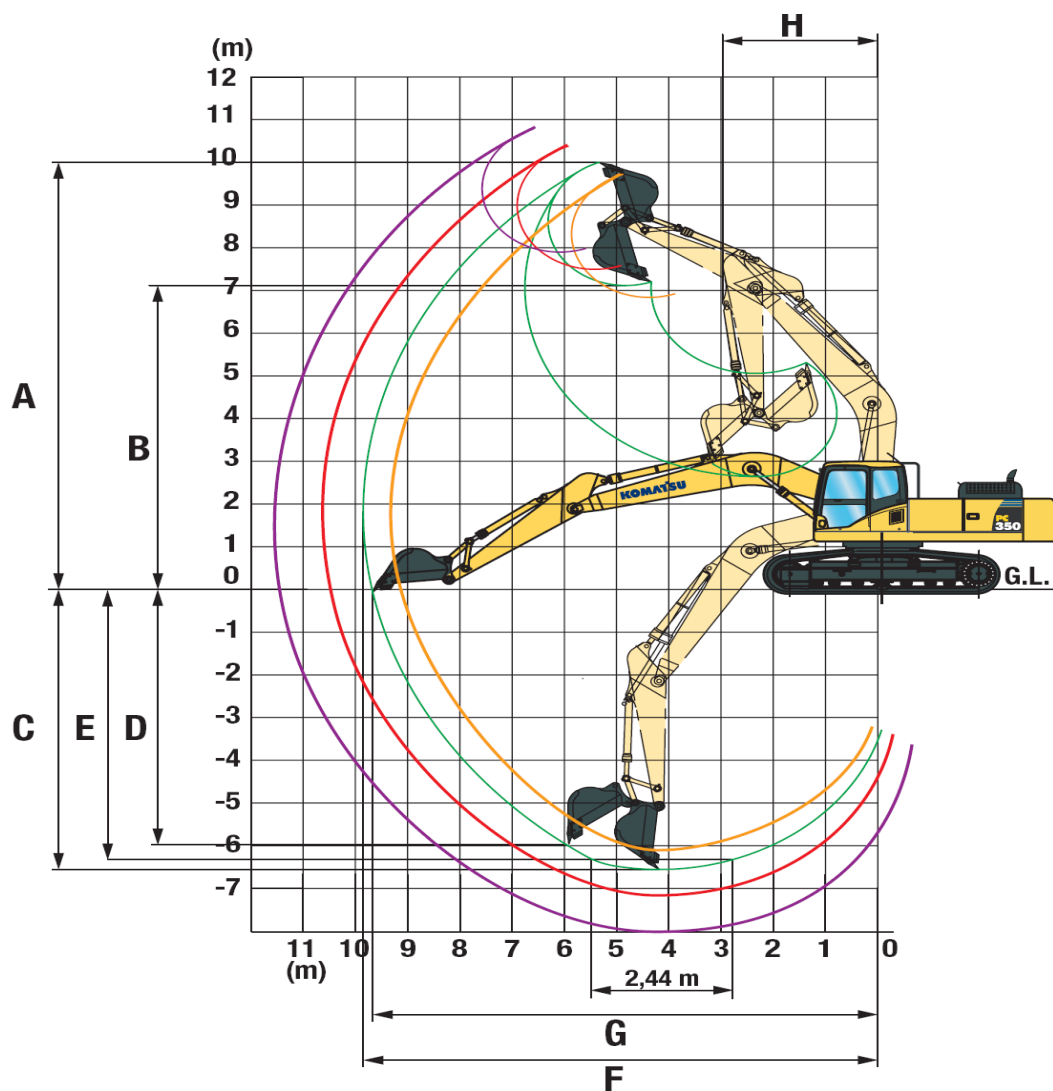
Tabulka 2: Rozměry rýpadla PC 350-8

Rozměry M,N,O jsou přepravní a závisí na délce násady:

DÉLKA NÁSADY		2,2m	2,6m	3,2m	4,0m
M	Přepravní délka	11.290 mm	11.180 mm	11.140 mm	11.170 mm
N	Délka na zemi (přepravní)	7.155 mm	6.760 mm	5.930 mm	5.475 mm
O	Celková výška (k vrcholu výložníku)	3.400 mm	3.410 mm	3.280 mm	3.760 mm

Tabulka 3: Rozměry rýpadla PC 350-8 v závislosti na délce násady

## 4.2.3. Pracovní rozsahy rýpadla:



Obrázek 6: Pracovní rozsahy rýpadla PC 350-8

DÉLKA NÁSADY		2,2 m	2,6 m	3,2 m	4,0 m
A	Maximální rypná výška	9.580 mm	9.965 mm	10.210 mm	10.550 mm
B	Maximální výsypná výška	6.595 mm	6.895 mm	7.110 mm	7.490 mm
C	Maximální rypná hloubka	6.355 mm	6.705 mm	7.380 mm	8.180 mm
D	Maximální svislá rypná hloubka za zdí	5.120 mm	5.880 mm	6.480 mm	7.280 mm
E	Maximální rypná hloubka na hladině 2,44 m	6.130 mm	6.520 mm	7.180 mm	8.045 mm
F	Maximální rypný dosah	10.155 mm	10.550 mm	11.100 mm	11.900 mm
G	Maximální rypný dosah při zemi	9.950 mm	10.355 mm	10.920 mm	11.730 mm
H	Minimální poloměr otočení	4.390 mm	4.400 mm	4.310 mm	4.320 mm

Tabulka 4: Pracovní rozsahy rýpadla PC 350-8

### 4.3. Čelní kolové nakladače KOMATSU WA 65-6

Dodavatelem pro ČR je fa KUHN – Bohemia [25]. WA 65–6 patří mezi malé čelní nakladače. Vybavení hydraulickými rychloupínači a širokou škálou příslušenství zaručuje velkou universálnost stroje a vytváří mu tak velké provozní možnosti. Pro práce v lomu je navrženo následující příslušenství:

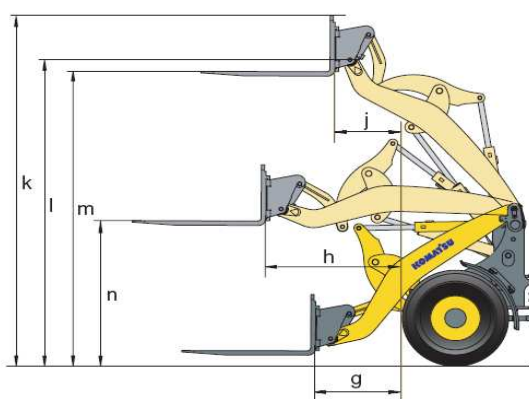
- ❖ Univerzální lopata
- ❖ Paletizační vidle
- ❖ Vážní systém PKV 50 fy Tamtron pro kolový nakladač

#### 4.3.1. Technické údaje nakladače:

Provozní hmotnost.....4 660 kg  
 Objem lopaty ..... 0,7 m<sup>3</sup>  
 Pojezdová rychlost.....5,6/20 km . h<sup>-1</sup>  
 (první/druhý převodový stupeň) +  
 zpátečka (2 rychlosti)  
 Výkon motoru.....40 kW  
 Minimální poloměr otáčení.....3680 mm

Úhel vybočení na obě strany .....40°  
 Statické klopné zatížení, stroj v přímé  
 poloze .....3 650 kg  
 Statické klopné zatížení, vybočený stroj  
 (40°) .....3 200 kg  
 Maximální vylamovací síla .....37,1 kN  
 Maximální zdvihová síla .....36,0 kN

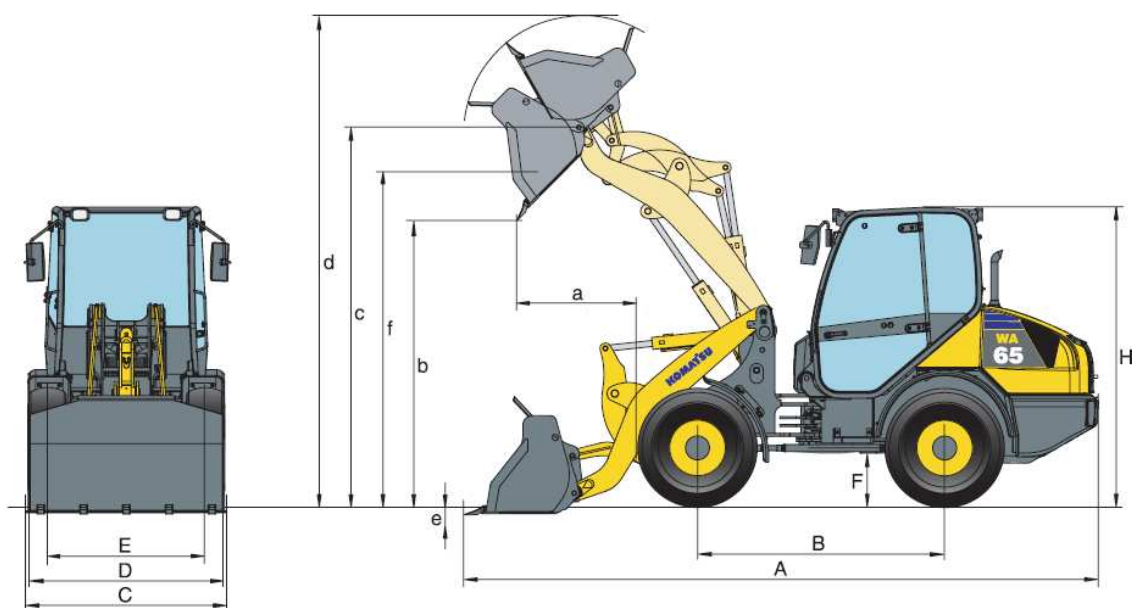
#### 4.3.2. Orientační rozměry nakladače:



Obrázek 7: Rozměry nakladače WA 65–6 s  
vidlemi

m	Max. stohovací výška	2 990 mm
j	Max. dosah při max. stohovací výšce	665 mm
h	Max. dosah	1 305 mm
n	Výška vidlic při max. dosahu	1 445 mm
g	Max. dosah v úrovni terénu	830 mm
k	Max. přepravní výška	3 570 mm
l	Výška otočného čepu	3 115 mm
Max. klopné zatížení, stroj v přímé poloze		2 680 kg
Max. klopné zatížení, vybočený stroj		2 320 kg
Délka vidlí		1 200 mm

Tabulka 5: Rozměry nakladače WA 65–6 s  
vidlemi



Obrázek 8: Rozměry nakladače WA 65–6 - základní stroj

A	Celková délka	5 425 mm
	Vnější poloměr otáčení pneumatik	3 680 mm
	Vnější poloměr otáčení lopaty	4 095 mm
B	Rozvor	2 050 mm
C	Šířka lopaty	1 660 mm
D	Šířka přes pneumatiky	1 625 mm
E	Rozchod	1 306 mm
F	Světlost	280 mm
H	Celková výška	2 450 mm
a	Dosah v úhlu 45°	965 mm
b	Vyklápěcí výška v úhlu 45°	2 430 mm
c	Výška středového závěsného čepu	3 115 mm
d	Výška horní hrany lopaty	4 060 mm
e	Rypná hloubka	95 mm
f	Max. nakládací výška v úhlu 45°	2 880 mm

Tabulka 6: Rozměry nakladače WA 65–6 - základní stroj



#### 4.4. Váha pro kolový nakladač TAMTRON PKV 50:

Nakladačové váhy TAMTRON [29]. jsou certifikovány jako plně dynamické, tzn., že vážení probíhá za současného zdvihu lopaty (vidlí) a pohybu stroje. Hydraulika zdvihu a spouštění lopaty (vidlí) je osazena tenzometrickými snímači tlaku, které jsou spolu se snímači polohy lopaty (vidlí) a elektronickou jednotkou pro měření náklonu stroje zdrojem základních informací pro řídicí a vyhodnocovací jednotku umístěnou v kabině stroje. Tato jednotka všechny data vyhodnocuje a kompletuje s daty zadávanými obsluhou stroje jako např. SPZ vozu, druh materiálu, jednotková cena materiálu atd. Vážní data jsou ukládána v elektronické vážní knize, kde jsou k dispozici pro tisk vážních lístků, účtenek atd. Na základě údajů z váhy je možno také fakturovat [3].



Obrázek 9: Vyhodnocovací jednotka váhy TAMTRON PKV 50

Technické údaje PKV 50 (rozsah 0 – 15 t):

- ❖ Přesnost: 0,5 – 1 % z kapacity váhy
- ❖ Napájecí napětí: 12/24 V
- ❖ Pracovní teplota: -20 ... +50°C
- ❖ Prosvětlený LCD displej: 70 x 70 mm
- ❖ Vážní dílek: 20, 50, 100 kg
- ❖ Membránová klávesnice

#### 4.5. Hydraulické kladivo FRD F 35 XP

Dodavatelem pro ČR je fa KUHN – Bohemia [25]. FRD je přední japonský a světový výrobce hydraulických kladiv. Hydraulické kladivo F 35 XP je přídatné zařízení montované na výložník rýpadla PC 350-8 a bude použito jako prostředek primární těžby a také k sekundárnímu rozpojování nadměrných kusů.



Obrázek 10: Hydraulické kladivo F 35 XP

Provozní hmotnost	kg	2385
Výška s oškrtem	mm	2648
Provozní tlak - min	bar	160
Provozní tlak - max	bar	180
Průtok oleje - min	l/min	175
Průtok oleje - max	l/min	220
Počet úderů - min	úder/min	320
Počet úderů - max	úder/min	600
Rázová energie - max	joul	6883
Průměr oškrtu	mm	150
Vnitřní světlost hadice (tlaková a vratná)	mm	25
Hmotnost nosného stroje	t	25 - 40

Tabulka 7: Technické údaje hydraulického kladiva F 35 XP

#### 4.6. Pneumatická vrtací kladiva VKA 15

Výrobce je firma PERMON [28]. Pneumatické vrtací kladivo VKA 15 je zařazeno do váhové kategorie lehkých vrtacích kladiv a používá se na vrtání děr při sekundárním rozpojování hornin. Průměr vrtu je 29-62 mm do délky 1,5 m. Suchý a čistý stlačený vzduch musí mít na vstupu do kladiva přetlak  $0,4 \div 0,7$  MPa. Pneumatické vrtací kladivo VKA 15 je v provedení s odpruženou rukojetí s nižšími vibracemi a určeno pro vrtání z ruky.



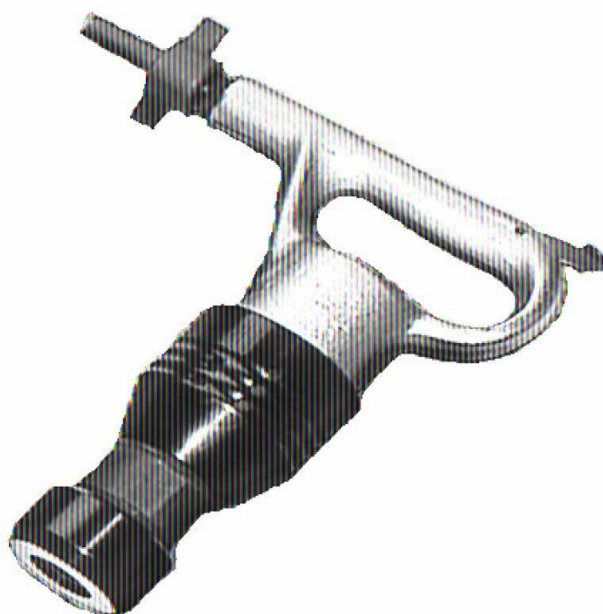
Obrázek 11: Pneumatické vrtací kladivo VKA 15

Hmotnost cca	kg	17,8
Počet úderů cca	Hz	37
Spotřeba vzduchu cca	$\text{m}^3 \text{min}^{-1}$	2,8
Krouticí moment cca	Nm	5
Pracovní přetlak vzduchu	MPa	0,4-0,7
Počet úderů na jednu otáčku vrtací tyče		12
Frekvenčně vážená hladina zrychlení vibrací $a_{hw}$	$\text{m.s}^{-2}$	6,1
Naměřená hladina akustického výkonu	dB	115,7
Garantovaná hladina akustického výkonu	dB	117
Délka L	mm	643
Výška a	Mm	170

Tabulka 8: Technické údaje a hlavní rozměry vrtacího kladiva VKA 15

#### 4.7. Pneumatická klínovací kladiva KK9-BL

Výrobce je firma PERMON [28]. Pneumatické klínovací kladivo se používá v kamenických provozech při dělení kamenných kvádrů a k ostatnímu opracování kamene. Vzhledem k vznikající prašnosti je nutné při práci používat účinné odsávání, případně doplnit kladivo odsávacím nástavcem. Suchý a čistý stlačený vzduch musí mít na vstupu do kladiva přetlak  $0,4 \div 0,6$  MPa.



Obrázek 12: Pneumatické klínovací kladivo KK9-BL

Hmotnost cca	kg	9
Počet úderů cca	Hz	33
Spotřeba vzduchu cca	$\text{m}^3 \text{min}^{-1}$	1,1
Provozní přetlak vzduchu	MPa	0,4 – 0,6
Celková průměrná vážená hodnota vibrací	$\text{m.s}^{-2}$	6,5
Naměřená hladina akustického výkonu	dB	102,2
Garantovaná hladina akustického výkonu	dB	104
Délka L	mm	350
Výška A	mm	275
Přívodní hadice	mm	Js 13, 16
Připojovací závit	“	R3/4“
Stopka pracovního nástroje	# 16,4 jehlan 1:12	

Tabulka 9: Technické údaje a hlavní rozměry klínovacího kladiva KK9-BL

#### 4.8. Kotoučová pila PK 90

Pila je vhodná pro řezání pórobetonů, cihelných bloků, betonových bloků a přírodních materiálů, např. mramoru, pískovce apod. Řezaný materiál se pokládá pevný stůl. Pohyb do řezu se řídí ovládacím kolem, umístěným na boku pily, kterým se ovládá pohyb řezného kotouče po vodicích tyčích. Řezný kotouč je chlazen vodou pomocí výkonného čerpadla, umístěného ve vaně se zásobní vodou. Pila má nastavitelnou hloubku řezu a jako příslušenství úhlové pravítko. Je opatřena závěsnými oky pro jeřáb a velkými koly s brzdou pro lehkou manipulaci na pracovišti. Výrobce je firma HUDDY DIAMONDS [23].



Obrázek 13: Kotoučová pila PK 90

Max. průměr kotouče	mm	900
Průměr upínacího hřídele	mm	60
Max.hloubka řezu	mm	360
Max.délka řezu	mm	930
Rozměr stolu (šxd)	mm	740x680
Max.zátěž stolu	kg	200
Výkon motoru	kW	7,5
Otáčky motoru	min -1	1100
Rozměry (d x š x v)	mm	970 x 1700 x 1360
Hmotnost	kg	360

Tabulka 10: Technické údaje a hlavní rozměry kotoučové pily PK 90

## **5. BUDOVY A STAVBY LOMU**

### **5.1. Všeobecně**

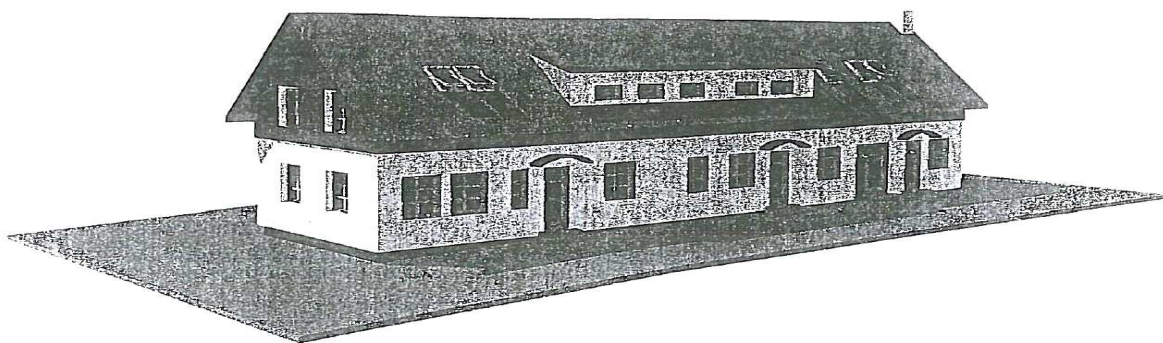
Pro modernizaci budov a staveb je pro lom Řeka vypracována projektová dokumentace [2] která dosud nebyla realizována. Projekt je členěn na čtyři objekty:

- Provozní budova
- Čistírna odpadních vod
- Garáž
- Plynovodní přípojka

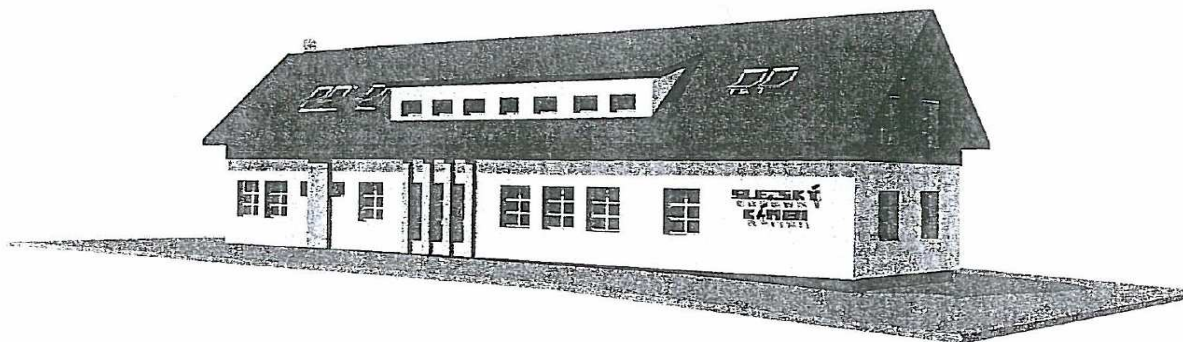
Tuto kapitolu jsem převzala jako celek z výše uvedeného projektu, proto není pojata jako součást komplexní modernizace lomu ale jako výchozí podklad, po jehož realizaci je možno modernizovat zařízení uvedená v jednotlivých kapitolách diplomové práce. Dále je uveden stručný přehled jednotlivých částí projektu.

### **5.2. Provozní budova**

Projekt provozní budovy je řešen jako nadstavba stávajícího přízemního objektu o stávajících půdorysných rozměrech. Vznikne tak dvoupodlažní zděný objekt se sedlovou střechou. V 1. podlaží je situována kancelář, WC, denní místnost s kuchyňkou, místnost první pomoci, vstupní prostor, sklady, úklidová místnost, el. rozvodna a kovárna. Ve 2. podlaží jsou čistá a špinavá šatna pro 30 mužů a příslušné hygienické zařízení – WC + umývárna. Jednotlivá podlaží jsou propojena schodištěm. Projekt provozní budovy dále řeší zdravotní techniku (kanalizaci, vodovod), vzduchotechniku (nucené větrání) a vytápění. Topení je teplovodní, jako zdroj tepla navržen plynový kotel Vaillant VU 282 o výkonu 28 kW.



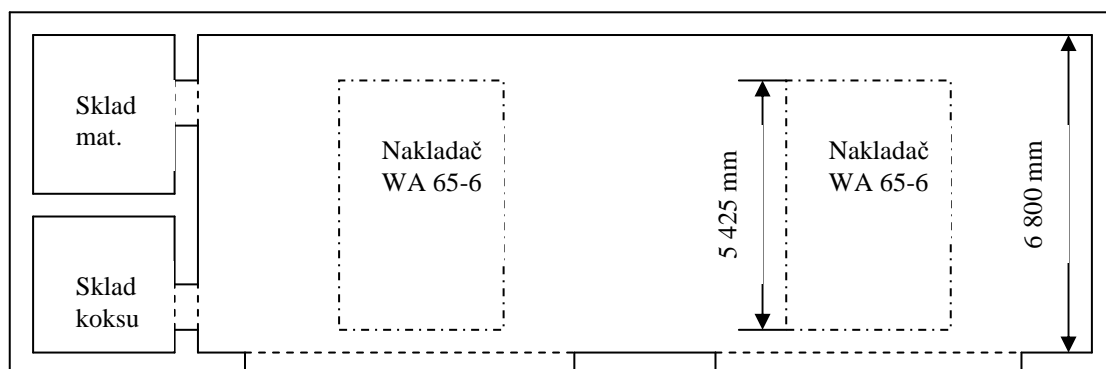
*Obrázek 14: Provozní budova – pohled západní*



Obrázek 15: Provozní budova – pohled východní

### 5.3. Garáž

Původně garáž s vnějšími půdorysnými rozměry 6,5 x 13 m (vnitřní šířka 5,5 m) je navržena pro 2 vysokozdvizné vozíky. V rámci komplexní modernizace bude sloužit pro 2 čelní kolové nakladače KOMATSU WA 65–6. Garážování nakladačů délky 5 425 mm je navrženo na šířku garáže. Dle ČSN 736057 je min. vzdálenost mezi koncem vozidla a stěnou (vraty) 0,5 m a mezi čelem vozidla a stěnou (vraty) 0,8 m. **Vnitřní šířku nutno proto zvětšit na 6,8m (vnější šířka 7,8 m).** Ostatní rozměry zůstávají stejné. Součástí objektu je také sklad koksů pro kovářnu a sklad materiálu. Stavba je navržena s cihelného zdiva, střecha sedlová, krytina plechová. Projekt dále řeší odvod dešťových vod ze střechy a vytápění budovy. Vytápění garáže je navrženo závěsnými infračervenými plynovými světlymi zářiči typu SBM B10 SX v počtu 2 ks (každý o výkonu 3,8 kW) [22]. Součástí instalace zářičů je regulační modul pro řízení režimu vytápění. Odvod spalin zajišťuje ventilátor zabudovaný ve štítu garáže (nucené větrání).



Obrázek 16: Půdorys garáže

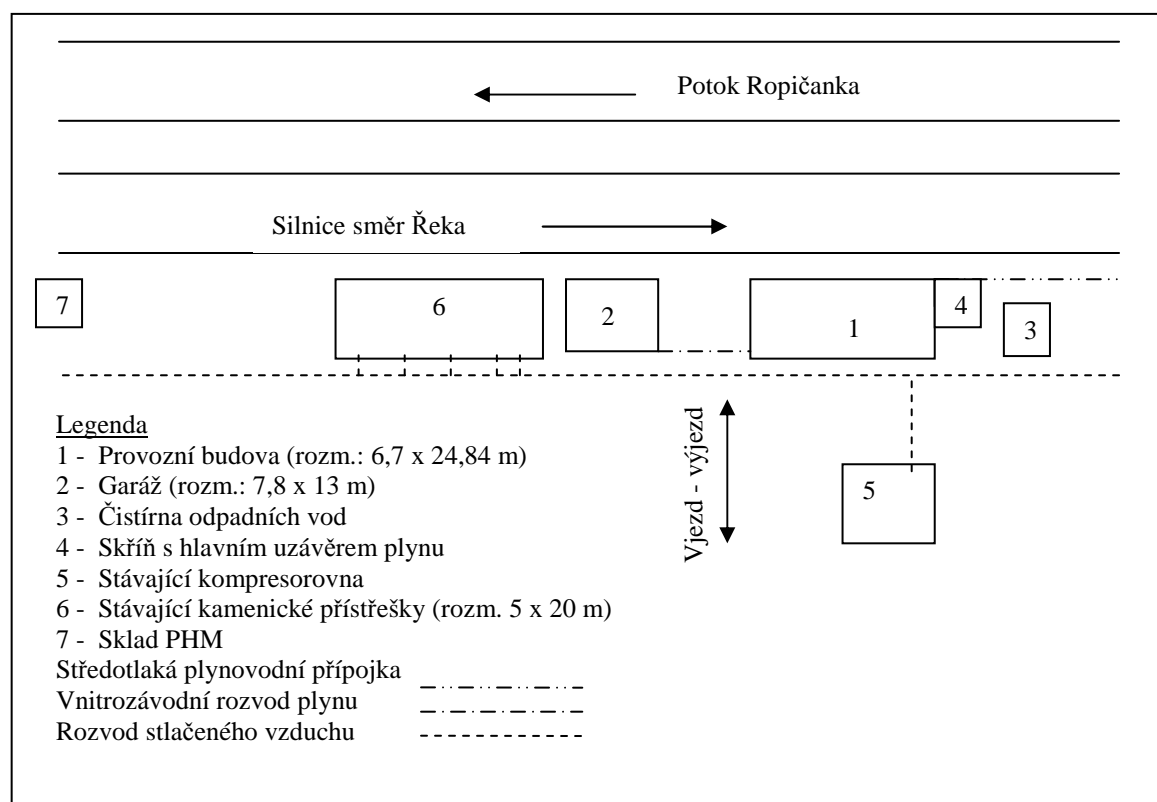


## 5.4. Čistírna odpadních vod

Veškeré splaškové vody areálu budou likvidovány zaústěním do domovní čistírny odpadních vod. Dle projektu je navržena instalace aktivační biologické čistírny typu TOPAS 20 (výrobce fa Sewer s.r.o. Ostrava). Vyčištěné odpadní vody z čistírny budou PVC potrubím DN 150 mm svedeny do potoku Řopičanka se zaručeným celoročním průtokem vody.

## 5.5. Plynovodní přípojka zemního plynu

Přípojka zemního plynu DN 40 je navržena ze stávajícího obecního středotlakého plynovodu DN 100, vedeného ve vzdálenosti 120 m od provozní budovy. U obvodové zdi provozní budovy bude umístěna instalační skříň s hlavním uzávěrem, regulační soupravou (regulace ze středního tlaku na nízký – 2 kPa) a domovním plynoměrem. Od hlavního uzávěru je plynovod nízkotlaký, vnitrozávodní, vedený k jednotlivým vytápěným objektům lomu.



Obrázek 17: Půdorysné rozmístění budov v lomu Řeka po realizaci projektu



## **6. NÁVRH MODERNIZACE STROJNÍHO TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ**

### **6.1. Všeobecně**

V rámci komplexní modernizace lomu Řeka jsem uvažovala s celoročním provozem lomu. Stávající průměrná roční těžba pískovce o objemu 5 000 m<sup>3</sup> (12 500 t) je zpracována a expedována, v zimním období je kamenolom mimo provoz. Pro provoz v zimních měsících nutno zajistit rozšíření výroby (např. drobné produkty hrubé kamenické výroby – květináče, schodišťové prvky apod.). K vytvoření zásob na toto období je navržena produktivní technologie těžby v celk. objemu cca 14 000 t horniny ročně (kap. 4.1. Všeobecně). Pro realizaci výše uvedeného záměru nutno vybavit pracoviště odpovídajícím nářadím. Nově je navržena kotoučová pila PK 90 (kap. 4.8. Kotoučová pila PK 90). Pro drobné broušení kamene je na trhu např. bruska FLEX LW 1703 306.274 v ceně 9 896 Kč. [20]



Technická data:

Prům.brus.kotouče: 115mm

Otáčky: 3500ot./min.

Příkon: 950Watt

Výkon: 600Watt

Váha: 2,5kg

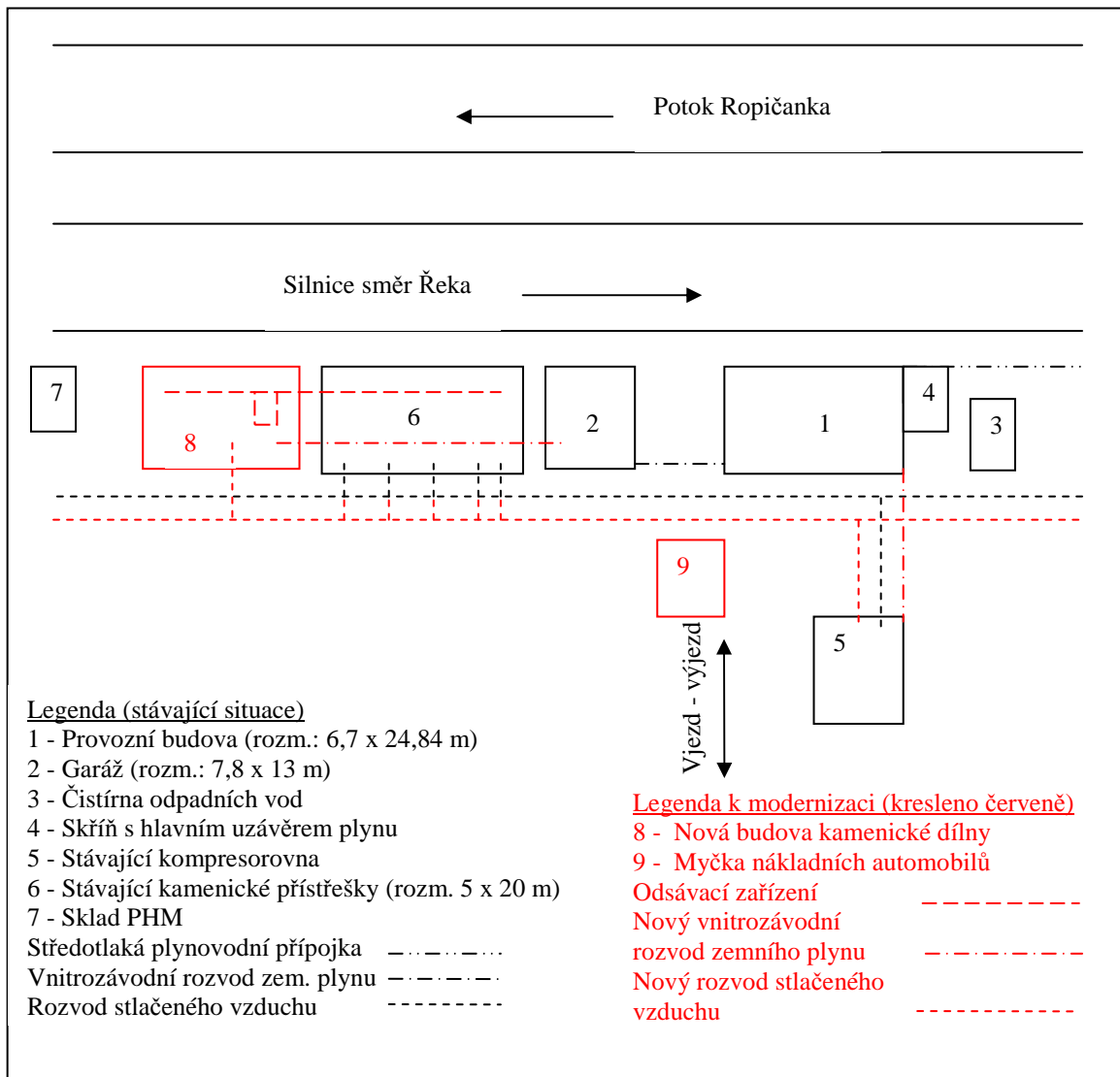
*Obrázek 18: Bruska FLEX LW 1703 306.274*

Navrhuji dále výstavbu nové budovy, ve které budou umístěny: kamenická dílna (pro zimní provoz), expedice výrobků, filtr nového odsávacího zařízení. Stávající HKV bude realizována v kamenických přístřešcích především v letním období.

Jednotlivé okruhy modernizace strojního technologického zařízení:

- Výroba a úprava stlačeného vzduchu
- Nová budova kamenické dílny
- Odsávání jednotlivých pracovišť

- Problém znečištění státní silnice při výjezdu vozidel z lomu – myčka nákladních automobilů



Obrázek 19: Půdorysné rozmístění budov při komplexní modernizaci lomu Řeka

## 6.2. Výroba a úprava stlačeného vzduchu

### 6.2.1. Výroba stlačeného vzduchu – kompresor

Zdrojem tlakového vzduchu je stacionární rotační šroubový kompresor se vstřikováním oleje **ATLAS COPCO GA 90 VSD** [21] s integrovaným řízeným pohonem. Elektronický regulátor, který automaticky ovládá kompresor, udržuje tlak v síti na

naprogramované hodnotě pomocí změny otáček hnacího elektromotoru v závislosti na spotřebě vzduchu. Regulátor má ovládací panel opatřený:

- LED diodami indikujícími stav kompresoru
- Displejem indikujícím provozní podmínky
- Klávesami k ovládání kompresoru
- Tlačítky k manuálnímu spuštění
- Tlačítkem zastavení v nouzi

Tlakový rozsah kompresoru je  $0,4 \div 1,3$  MPa, výkon el. motoru 90 kW, hladina hluku 73 dB. Kompresor je umístěn v samostatné budově. Vzhledem k tomu, že se jedná o celkem moderní zařízení, které kapacitně zajistí provoz modernizovaného zařízení lomu (Tabulka 11), rozhodla jsem se ponechat tento agregát jako stávající. Výstup tlakového vzduchu z kompresoru potrubím DN 75 pokračuje přes sušičku CD 300, stávající vzdušník, a pak na centrální vzduchovod DN 125. V kompresorovně se nachází také separátor oleje Öwamat.

Pneumatický spotřebič	Spotřeba stlačeného vzduchu u 1 ks [m <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup> ]	Spotřeba stlačeného vzduchu celkem [m <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup> ]	Pracovní přetlak vzduchu [MPa]
Pneumatické vrtací kladivo VKA 15 (4 ks)	2,8	11,2	0,4 ÷ 0,7
Pneumatické klínování kladivo KK9-BL (5 ks)	1,1	5,5	0,4 ÷ 0,6
Filter Max DF	0,070	0,070	0,4 ÷ 0,6
<b>Celková spotřeba stlačeného vzduchu (Σ)</b>		<b>16,77</b>	
<b>Max. výkon kompresoru při tlaku 0,75 MPa</b>		<b>17,1</b>	

Tabulka 11: Výkon kompresoru a spotřeba stlačeného vzduchu pneumatických zařízení

(V tab. 11 celková spotřeba stlačeného vzduchu je pro krajní případ, kdy všechny spotřebiče jsou v provozu současně)

### 6.2.2. Úprava stlačeného vzduchu - nevytápěná adsorpční sušička stlačeného vzduchu ATLAS COPCO CD 300

V současné době v rozvodu stlačeného vzduchu není zařízení pro jeho vysoušení. U jednotlivých pracovišť jsou jenom jednoduché odkalovače. U moderních pneumatických

spotřebičů je vždy požadován čistý a suchý tlakový vzduch. Obsahuje-li vzduch vlhkost, aerosoly a částice nečistot, způsobuje také korozi ocelového potrubí vzduchovodu.

Pro vysoušení a čištění stlačeného vzduchu jsem navrhla **nevytápěnou adsorpční sušičku stlačeného vzduchu ATLAS COPCO CD 300** [21]. Max. objemový průtok je  $300 \text{ l.s}^{-1} = 18 \text{ m}^3.\text{min}^{-1}$  při tlaku 0,7 MPa.

Princip činnosti:

Sušicí zařízení se studeným pracovním postupem využívají chemicko – fyzikální vlastnosti sušících materiálů k adsorpci vlhkosti ze vzduchu a jejího vyloučení během fáze regenerace. Regenerace je provedena malou částí vysušeného vzduchu (7 %), odebraného z výstupu, který odstraňuje vlhkost z nasyceného pohlcovače vlhkosti. Sušičky jsou složeny ze dvou sušících věží naplněných pohlcovačem vlhkosti (aktivní oxid hlinitý), jedna z nich je vždy v provozu (fáze sušení) a druhá je mezitím regenerována (fáze regenerace). V zařízení je namontován filtr z nerezavějící oceli, který zadržuje nečistoty. Odloučený kondenzát je odváděn do sběrné nádoby. Sušicí a regenerační proces je řízen přednastaveným časovačem, který upravuje doby sušení, regenerace a vyrovnání tlaku.

1. Sušící věž ve fázi sušení - aktivní oxid hlinitý nenasycený
2. Sušící věž ve fázi regenerace – aktivní oxid hlinitý nasycený
3. Přepínací ventil pro jednotlivé fáze
4. Tlumič
5. Filtr
6. Senzor PDP
7. Nerezová regenerační tryska



Obrázek 20: Princip činnosti adsorpční sušičky se studeným pracovním postupem

Instalace:

Sušička bude nainstalována vedle kompresoru ve stávající kompresorovně, která rozměrově vyhovuje pro uvedenou montáž.



Obrázek 21: Instalace: sušička CD 300, vzdušník, kompresor GA 90 VSD

Průtok při tlaku 0,7 MPa	$\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$	18
Úbytek tlaku	MPa	0,019
Vstupní/výstupní připojení	“	2
Délka	mm	1 173
Šířka	mm	1 116
Výška	mm	1 854
Hmotnost	kg	650

Tabulka 12: Technické údaje a rozměry sušičky CD 300:

### 6.2.3. Vytápění kompresorovny

Pro provoz sušičky CD 300 je požadována okolní teplota Min.  $+5^{\circ}\text{C}$ , proto v zimním období nutno místnost kompresorovny vytápět. Pro otop je u stropu instalován jeden závěsný infračervený plynový světlý zářič typu SBM B6 SX o výkonu 2,5 kW [22]. Minimální výška zavěšení dle údajů výrobce je 3m, výška stropu je rovněž 3m. Zářič bude připojen na nově zřízenou vnitrozávodní nízkotlakou přípojku zemního plynu vedenou z provozní budovy do kompresorové stanice (Obrázek 19). Odvod spalin bude nucenou výměnou vzduchu, kterou zajistí ventilátor namontovaný ve stěně místnosti. Ovládání provozu zářiče jsem navrhla pomocí nástěnného termostatu PT1-PZ [22], který automaticky zapíná při poklesu okolní teploty pod  $+5^{\circ}\text{C}$ .

#### 6.2.4. Rozvod stlačeného vzduchu

Stávající potrubí stlačeného vzduchu je zkorodované, navrhuji výměnu. Dimenze nového potrubí je stejná (DN 125 s následnými redukcemi), trasa vedení původní. Nově zřízena je odbočka pro kamenickou dílnu. Situaci znázorňuje Obrázek 19.

### 6.3. Nová budova kamenické dílny

#### 6.3.1. Všeobecně

Objekt je situován vedle stávající budovy kamenických přístřešků (Obrázek 19). Jedná se o novostavbu, ve které jsou umístěny:

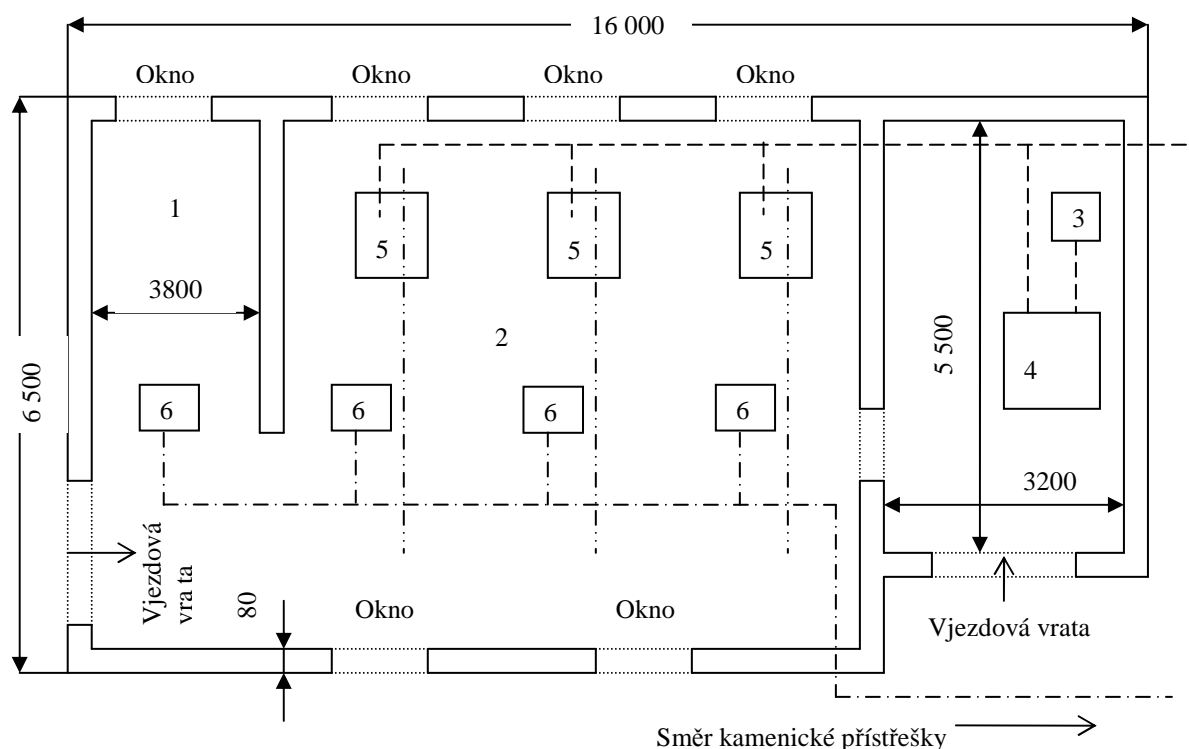
- Kamenická dílna se třemi pracovními stoly
- Expedice výrobků
- Nederman Filter Max DF – nové odsávací zařízení

Budova o vnějších půdorysných rozměrech 6,5x16m (šířka x délka) a výšce 4,5m je navržena hlavně pro provoz v zimním období. Kámen k opracování navrhuji dopravovat kolovým nakladačem vjezdovými vraty situovanými ve stěně ze směru skladu PHM. Každé pracoviště je vybaveno závěsnou drážkou s elektrickým kladkostrojem pro manipulaci s materiálem k jednotlivým pracovním stolům. Navrhuji elektrický řetězový kladkostroj 66/04 AKE s elektrickým pojezdem s nosností 630 kg, pracovní výškou 3 m od fy TESORT [30] v počtu 3 ks.



Obrázek 22: Elektrický řetězový kladkostroj 66/04 AKE

Opláštění stěn a střechy tvoří stěnové a střešní sendvičové panely tloušťky 80 mm [26] ukotvené do nosné ocelové konstrukce. Je to moderní systém konstrukce zateplených objektů průmyslového charakteru. Střecha navržena sedlová s mírným sklonem ( $15^\circ$ ), podlaha betonová. Umístění filtru je v oddělené místnosti budovy opatřené samostatnými vraty pro možnost manipulace při vyprazdňování sběrné nádoby prachu od filtru. Další kapitoly řeší vytápění budovy a odsávání jednotlivých pracovišť.



#### Legenda

- 1 – Místnost pro expedici výrobků
- 2 – Kamenická dílna
- 3 – Ventilátor Nederman NCF
- 4 – Filtrační jednotka Nederman Filter Max DF 80
- 5 – Pracovní stoly kamenické dílny
- 6 – Vytápění - závěsné plynové světlé zářiče
- — — — — Odsávací zařízení kamenické dílny a kamenických přístřešků
- — — — — Plynovod zemního plynu pro vytápění kamenické dílny
- · · · · Závěsné drážky el. řetězových kladkostrojů 66/04 AKE

Obrázek 23: Půdorys nové budovy kamenické dílny

### 6.3.2. Vytápění budovy kamenické dílny

Systém vytápění jsem navrhla infračervenými plynovými zářiči, které dodávají do oblasti pobytu člověka tepelnou energii sáláním – tepelným zářením. Přenos tepla zářením není vázán na přítomnost látky mezi tělesy, mezi nimiž dochází k sálání. Podstatou je elektromagnetické infračervené záření o vlnových délkách 1 až 1000  $\mu\text{m}$ , které se šíří ve vakuu nebo jiném prostředí. Zdrojem infračerveného záření jsou tělesa zahřátá na vyšší teplotu, s rostoucí teplotou tělesa se vyzařování tepelného záření přesouvá ke kratším vlnovým délkám. Část sálavého toku dopadajícího na povrch tělesa se odrazí, část prostoupí tělesem a část je pohlcena. Dokonale černé těleso pohlcuje veškerou dopadající energii, a vyzařuje při všech vlnových délkách největší množství energie.

Intenzita tepelného záření černého tělesa  $q_0$  (zákon Stefan – Boltzmannův)

$$q_0 = C_0 \cdot \left( \frac{T}{100} \right)^4 \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (6 - 1)$$

$C_0 = 5,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  - součinitel sálání černého tělesa

$$\text{Intenzita tepelného záření šedého tělesa } q = \varepsilon \cdot C_0 \cdot \left( \frac{T}{100} \right)^4 = C \cdot \left( \frac{T}{100} \right)^4 \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (6 - 2)$$

$\varepsilon$  je poměrná zářivost

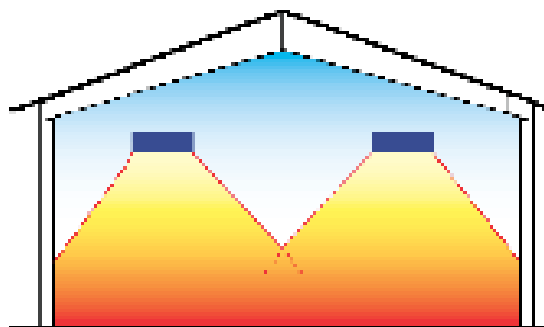
$C = \varepsilon \cdot C_0$  je součinitel sálání šedého tělesa  $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}]$

Z uvedené teorie tepelného záření [5] je možno odvodit výhody vytápění infračervenými plynovými zářiči:

- Vyhřívají objekty, které se nacházejí ve vytápěném prostoru, ale neohřívají vzduch. Okolní vzduch je ohříván nepřímo.
- Šíří své paprsky nastaveným směrem bez ztráty energie.
- Při vytápění zářiči je teplota vzduchu nižší než by normálně bylo nutné pro zajištění nezbytného komfortu. Kalorické ztráty jsou tak výrazně omezené.
- Tepelné vyzařování zářičů je okamžité a rychle se tak dosáhne nastavené teploty v prostoru.
- Vytápění nezabezpečuje žádná pohyblivá mechanická součástka: vytápění je proto nehlukné, bez proudění vzduchu a víření prachu.



- Tepelné záření neohřívá vzduch pod stropem proto tepelná ztráta je nižší než u jiných topných systémů.



Obrázek 24: Princip vytápění infračervenými plynovými zářiči

Otop kamenické dílny jsem navrhla závěsnými infračervenými plynovými svítidly zářiči typu SBM [22]. Základem zářiče jsou keramické desky, které jsou upevněny v ocelovém rámu. Keramický povrch se ohřívá spalováním plynu. Keramické zářiče SBM produkují infračervené záření o vlnové délce cca 2,5  $\mu\text{m}$ , jejich povrchová teplota je cca 900  $^{\circ}\text{C}$ .

#### **Výpočet celkového výkonu infrazářičů pro otop kamenické dílny** [1], [22]

Vytápěny budou prostory dílny a expedice. Místnost filtračního zařízení Nederman není třeba ohřívat – provozní teplota -20  $^{\circ}\text{C}$  až +60  $^{\circ}\text{C}$ .

$$\text{Celkový výkon infrazářičů } Q_z = \frac{Q_p + Q_v}{\eta} \quad [\text{W}] \quad (6 - 3)$$

$Q_p$  - tepelná ztráta prostupem stěnami, stropem a podlahou

$Q_v$  - tepelná ztráta větráním

$\eta$  – provozní účinnost infrazářiče (0,95)

$$\text{Tepelná ztráta prostupem stěnami, stropem a podlahou } Q_p = \sum k_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_e) \quad [\text{W}] \quad (6 - 4)$$

$k_j$  – součinitelé prostupu tepla jednotlivých konstrukčních dílů stěn střehy a podlahy

hodnoty  $k$  uvedeny v [22] a [26]

sendvičový panel tl. 80 mm  $k_p = 0,29 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

okno  $k_o = 4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

vrata s izolací  $k_v = 1,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

betonová podlaha  $k_b = 1,8 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

$S_j$  – jednotlivé části plochy budovy

okno  $1,5 \cdot 1\text{ m} = 1,5\text{ m}^2$ , pro 6 oken  $S_o = 6 \cdot 1,5 = 9\text{ m}^2$

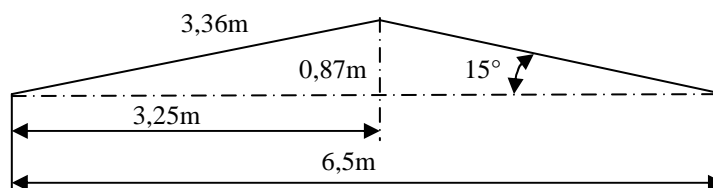
vrata  $2,5 \cdot 3\text{ m} = 7,5\text{ m}^2$ ; dveře mezi dílnou a místností filtru  $0,9 \cdot 2\text{ m} = 1,8\text{ m}^2$ ;

vrata celkem  $S_v = 7,5 + 1,8 = 9,3\text{ m}^2$

obvodový panelový plášť (bez místnosti filtru)  $S_p = (2 \cdot 6,5 \cdot 4,5 + 2 \cdot 6,5 \cdot \frac{0,87}{2} + 2 \cdot$

$12,72 \cdot 4,5) - S_o - S_v$

**$S_p = 160,34\text{ m}^2$**



Obrázek 25: Rozměry střechy budovy kamenické dílny

střešní plášť  $S_s = 2 \cdot 12,72 \cdot 3,36 = 85,48\text{ m}^2$

betonová podlaha  $S_b = 6,5 \cdot 12,72 = 82,68\text{ m}^2$

$t_i$  – vnitřní průměrná teplota v místnosti – zvoleno  $20\text{ °C}$

$t_e$  – venkovní výpočtová teplota – pro většinu území v ČR se volí  $-15\text{ °C}$

$t_{ez}$  – venkovní výpočtová teplota zeminy pod podlahou – pro  $t_e = -15\text{ °C}$  se volí  $0\text{ °C}$

(hodnoty  $t_e$ ,  $t_{ez}$  uvedeny v [1], [22])

Výpočet  $Q_p$ :

$$Q_p = k_p \cdot S_p \cdot (t_i - t_e) + k_p \cdot S_s \cdot (t_i - t_e) + k_o \cdot S_o \cdot (t_i - t_e) + k_v \cdot S_v \cdot (t_i - t_e) + k_b \cdot S_b \cdot (t_i - t_{ez})$$

$$Q_p = 0,29 \cdot 160,34 \cdot (20 - (-15)) + 0,29 \cdot 85,48 \cdot (20 - (-15)) + 4 \cdot 9 \cdot (20 - (-15)) + 1,6 \cdot 9,3 \cdot (20 - (-15)) + 1,8 \cdot 82,68 \cdot (20 - 0)$$

$$\mathbf{Q_p = 7\,252\,W}$$

$$\text{Tepelná ztráta větráním } Q_v = V_v \cdot c_p \cdot (t_i - t_e) \quad [W] \quad (6 - 5)$$

$V_v$  – objemový průtok větracího vzduchu (větrání splňuje také §41 NV č. 361/2007 Sb. [11])

$$V_v = \frac{n}{3600} \cdot V \quad [m^3 \cdot s^{-1}] \quad (6 - 6)$$

$n$  – intenzita výměny vzduchu – pro haly do výšky 6m se volí  $n = 1 \cdot h^{-1}$  (uvedeno v [1])

$$V - \text{objem vytápěného prostoru } 6,34 \cdot 12,56 \cdot 4,9 = 390\text{ m}^3$$

$$V_v = \frac{1}{3600} \cdot 390 = 0,108 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$c_p$  – měrné teplo větracího vzduchu  $c_p = 1\,300 \text{ W} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$  – uvedeno v[1]

$$t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_v = 0,108 \cdot 1\,300 \cdot (20 - (-15))$$

$$\underline{Q_v = 4\,914 \text{ W}}$$

$$\text{Celkový výkon infrazářičů } Q_z = \frac{Q_p + Q_v}{\eta} = \frac{7252 + 4914}{0,95} = \underline{12\,806 \text{ W}}$$

Pro ohřev budovy jsem navrhla 4 ks závěsné infračervené plynové světelné zářiče typ SBM B10 SX (každý o výkonu 3,8 kW – celkem 15,2 kW) od fy DANEX – PLAST, Ostrava [22]. Prostor dílny budou vytápět 3 zářiče, prostor expedice 1 zářič. Výška zavěšení infrazářiče je 4,2 m (údaj uvedený výrobcem). Součástí instalace zářičů je regulační modul PTVJ1 1-5 pro řízení režimu vytápění.



Obrázek 26: Závěsný infračervený plynový světelný zářič

### Odvod spalin

Spaliny infrazářičů budou odváděny nepřímo, tzn. že se mísí se vzduchem obsaženým v prostoru a proudí z budovy. Odvod spalin jsem navrhla nucenou výměnou vzduchu – ventilátorem umístěným ve štítu budovy (stěna vjezdových vrat). Větrání prostorů vytápěných infrazářiči je uvedeno v [7]. Dle této normy je minimální specifický průtok odváděné směsi spalin a vzduchu  $L_{\min} = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{kW}^{-1}$ .

$$\text{Min. objemový průtok odváděné směsi spalin a vzduchu } V_{\min} = Q \cdot L_{\min} [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (6 - 7)$$

$Q$  – Výkon infrazářičů

$$V_{\min} = 15,2 \cdot 10 = 152 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \text{ (minimální kapacita ventilátoru)}$$

Při výpočtu tepelné ztráty větráním byl vypočten objemový průtok větracího vzduchu  $V_v = 0,108 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 390 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  = kapacita ventilátoru. Ventilátor musí být instalován nad zářiči.

## 6.4. Odsávání jednotlivých pracovišť

### 6.4.1. Všeobecně

Z hlediska ochrany životního prostředí nutno při provozu kamenolomu respektovat právní předpisy, zejména:

- NV č. 615/2006 Sb. o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší [10]
- Vyhláška MŽP č. 356/2002 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity [14]
- Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší [18]

Pro zajištění bezpečnosti práce platí mimo jiné:

- NV č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci [11]

Dle [10], příloha č. 1 jsou kamenolomy zařazeny do kategorie středních zdrojů znečišťování ovzduší. Technická podmínka provozu (cituji): „Vnášení TZL do ovzduší je třeba snižovat a vyloučit v maximální míře, která je prakticky dosažitelná, tj. na všech místech a při operacích kde dochází k emisím TZL do ovzduší a s ohledem na technické možnosti používat dle povahy procesu vodní clony, skrápění, odprašovací nebo mlžící zařízení“. Kamenolomy jsou zdrojem především TZL.

Vyhláška č. 356/2002 Sb. [14], příloha č.1 rozděluje TZL do 2 skupin:

- částice o velikosti menší než  $10 \mu\text{m}$
- částice o velikosti menší než  $2,5 \mu\text{m}$

Obecné emisní limity pro výše uvedené látky dle této přílohy nejsou stanoveny.

NV č. 361/2007 Sb. [11], příloha č.3 stanoví přípustný expoziční limit pro celkovou koncentraci horninových prachů  $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Přípustné expoziční limity jsou celosměnové průměry koncentrací prachů v pracovním ovzduší, jimž může být vystaven zaměstnanec při osmihodinové nebo kratší směně týdenní pracovní doby, aniž by u něho došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví.

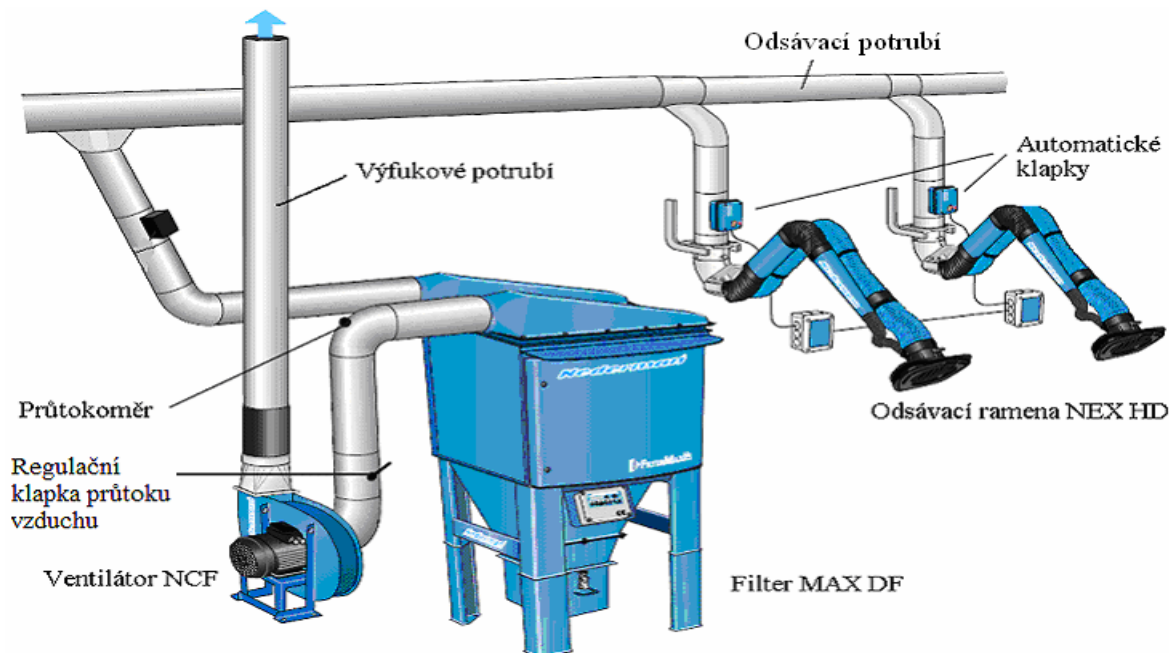
### 6.4.2. Návrh odsávacího zařízení

Návrh odsávání je proveden pro jednotlivá pracoviště nové budovy kamenické dílny a stávajících kamenických přístřešků (celkem 8 pracovišť). Pro odsávání kamenické dílny navrhuji využití tzv. oběhového vzduchu, tzn. vyčištěný vzduch je přiveden zpět do budovy. Důvodem je úspora tepelné energie, která není odváděna spolu s odsávanou vzdušninou mimo budovu. Podmínkou je dostatečné vyčištění vzduchu na hodnotu expozičního limitu pro koncentraci prachu:  $10 \text{ mg.m}^{-3}$  (NV č. 361/2007 Sb.) [11]

Odsávací zařízení je od fy NEDERMAN [27]. Systém pracuje jako nízkopodtlakový, tzn. odsávání malými rychlostmi ( $15\div 25 \text{ m.s}^{-1}$  pro prach) a s velkým objemem vzduchu (až do  $2\,000 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$  na odsávaný bod), podtlak je do  $-5\text{kPa}$ . Toto řešení umožňuje díky vyššímu objemovému průtoku zachyt znečišťujících látek ve větší vzdálenosti.

Základní součásti odsávacího zařízení jsou:

- Odsávací ramena
- Odsávací potrubí
- Filtrační jednotka
- Ventilátor
- Výfukové potrubí s výdechovou hlavicí



Obrázek 27: Nízkopodtlakové odsávací zařízení NEDERMAN

**6.4.3. Výpočet množství odsávaného prachu, návrh filtru**

Výpočet množství odsávaného prachu jsem provedla dle přílohy č. 4 k vyhlášce č. 356/2002 Sb [14]. Příloha stanoví emisní faktory vybraných ostatních zdrojů: „Pokud u zdroje nemůže být stanovena koncentrace znečišťující látky v odpadním plynu, popřípadě měrná výrobní emise, použije se postup zjištění množství vypouštěné znečišťující látky pomocí emisního faktoru uvedeného touto přílohou nebo zvláštním právním předpisem“.

Množství vypuštěné znečišťující látky  $E_z = E_f \cdot M$  (6 – 8)

Emisní faktor  $E_f = 1 \text{ kg TZL (prachu) / t vyrobeného kameniva}$  pro kamenolomy vyrábějící drcené kamenivo nebo kámen těžený v blocích s povrchovým opracováním.

$M$  = množství jednotek, na které je emisní faktor vztažen (hmotnost produkce)

Způsob odlučování	Záchyt (%)	Únik emise (%)
Lom bez jakéhokoliv odlučování, bez zakrytí technologických celků a dopravních cest	0	100
Lom bez jakéhokoliv odlučování, ale se zakrytými technologickými celky (drtič, granulátor, třídírna) včetně dopravních cest	10	90
Lom bez jakéhokoliv odlučování, ale se zakrytými technologickými celky včetně dopravních cest a se zkrápěním	30	70
Lom s cyklony na zakrytých technologických celcích	50	50
Lom s cyklony na zakrytých technologických celcích a se zkrápěním	60	40
Lom se zakrytými technologickými celky a tkaninovými filtry	80	20
Lom se zakrytými technologickými celky, tkaninovými filtry a se zkrápěním	90	10

Tabulka 13: Způsob odlučování prachu v kamenolomech – příloha č.4. k [14]

Po zvýšení produkce kamenolomu Řeka uvažuji s roční těžbou 14 000 t kamene, tzn.

$$M = 14\,000 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Množství vypuštěného prachu za 1 rok před odloučením  $E_z = E_f \cdot M = 1 \cdot 14\,000 = 14\,000 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$

Tabulka 13 - zvolen záchyt 80 %.

Množství odloučeného prachu za 1 rok  $E_o = 0,8 \cdot 14\,000 = 11\,200 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$

Množství odloučeného prachu za 1 pracovní den  $E_{o1} = \frac{11200}{250} = 44,8 \text{ kg} \cdot \text{den}^{-1}$  (rok má 250 prac. dnů)

**Množství odloučeného prachu za 1 hodinu  $E_{o2} = \frac{44,8}{6,5} = 6,9 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$**  (pro 1 prac. den je uvažováno 6,5 hod. provozu odsávání)

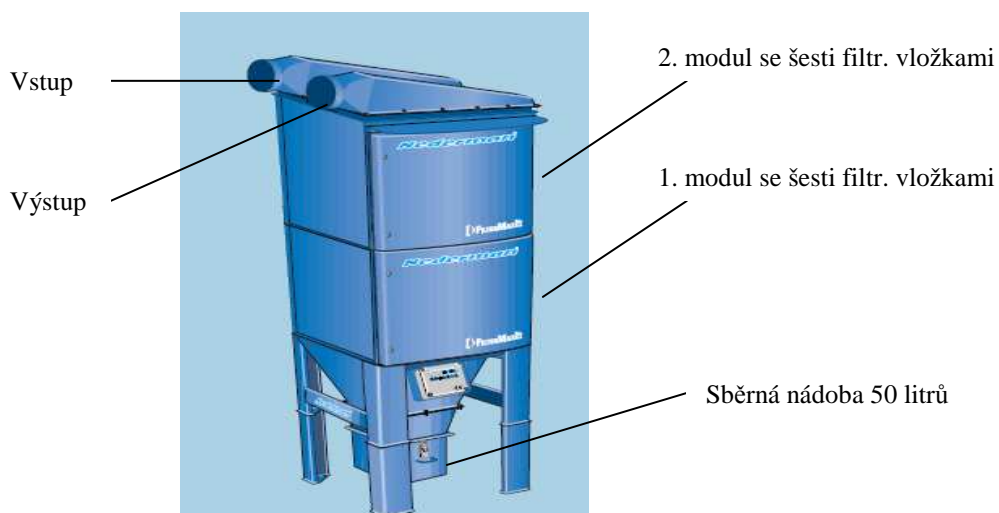
#### Návrh filtrační jednotky

Filtr je dimenzován na hodnotu  $E_{o2} = 6,9 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$  odloučeného prachu. Zvolena nízkopodtlaková filtrační jednotka Nederman Filter Max DF [27]. Jde o modulární filtrační jednotku sestávající z 1, 2 nebo 3 modulů v závislosti na velikosti průtoku vzduchu. Účinnost hmotnostní separace těchto filtrů je 99 %, tzn. ve výdechovém potrubí zůstane 1 % neodloučeného prachu čili  $E_{1\%} = 0,069 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 69 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$ . Vyčištěný vzduch je přiveden zpět do budovy, proto musí splňovat PEL pro celkovou koncentraci horninových prachů  $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} = 0,01 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$  (NV č. 361/2007 Sb. [11], příloha č.3). Pro dodržení uvedeného limitu je stanoven průtok vzduchu filtrem:

$$Q_{vz} = \frac{E_{1\%}}{PEL} = \frac{69}{0,01} = \underline{\underline{6\,900 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

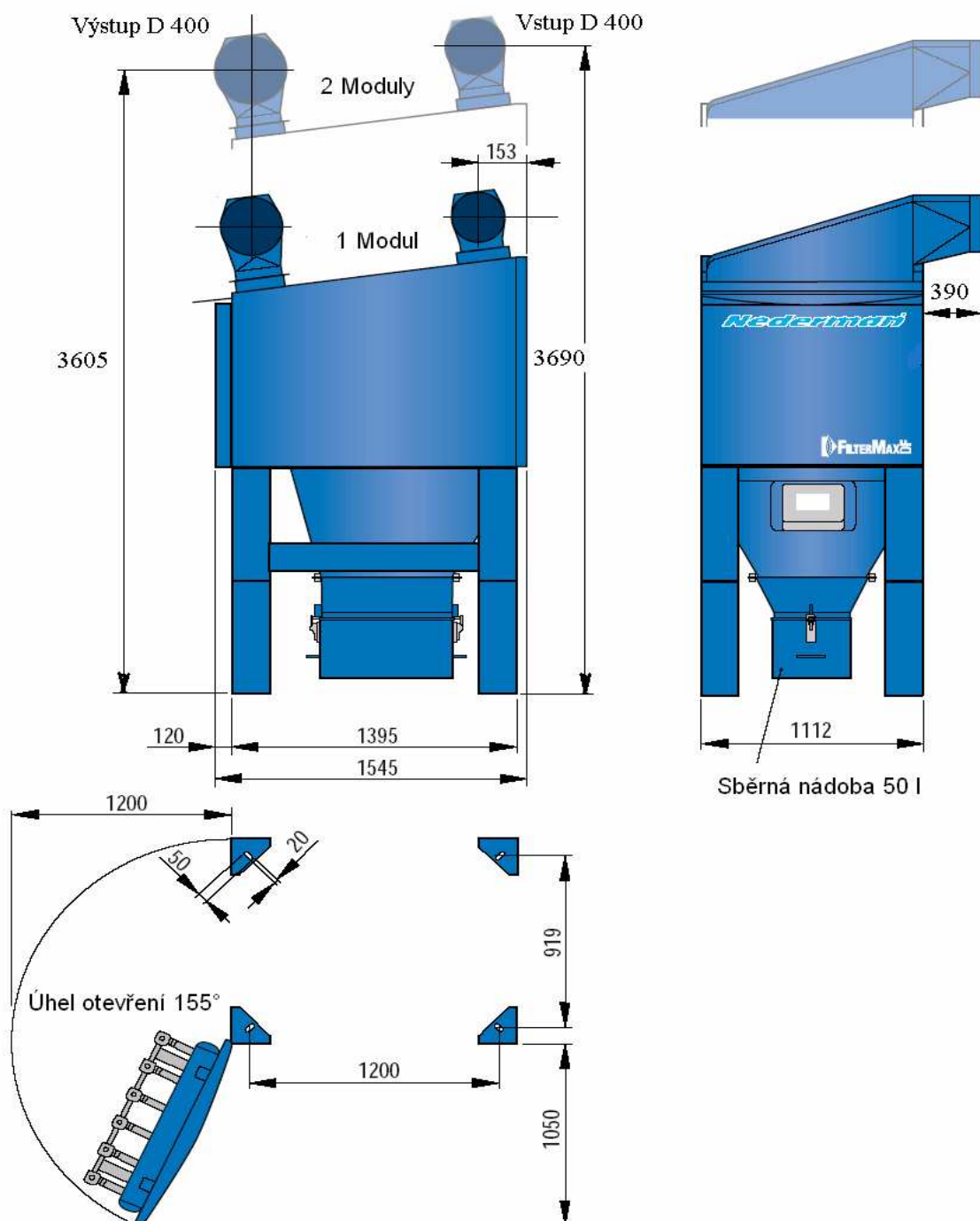
#### **Zvolen NEDERMAN FILTER MAX DF 80**

Filtr je v provedení dvojitého modulu s max. průtokem vzduchu  $8\,600 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  pro odlučování nevýbušných prachů. Průtok vzduchu je nastaven regulační klapkou (Obrázek 27) nebo může být řízen frekvenčním měničem pro ventilátor (změna počtu otáček ventilátoru).



Obrázek 28: FILTER MAX DF 80

Filtrační zařízení je umístěno v samostatné místnosti nové budovy kamenické dílny. K filtru je přiveden tlakový vzduch pro čištění filtračních vložek vzduchovými impulsy během provozu. Prodleva mezi jednotlivými impulsy je 30 s.



Obrázek 29: Rozměry FILTER MAX DF 80



Účinnost separace	%	99
Provozní průtok vzduchu	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	4 300 ÷ 8 600
Počet filtračních vložek	ks	12 (6 v jednom modulu)
Filtrační plocha	m <sup>2</sup>	144
Provozní teplota	°C	-20 až +60
Pracovní podtlak	kPa	0 až -5
Tlaková ztráta (pokles tlaku na filtru)	kPa	1,2
Tlak stlačeného vzduchu (vzduchové impulsy)	MPa	0,4 ÷ 0,6
Spotřeba stlačeného vzduchu	l . min <sup>-1</sup>	70
Hlučnost impulsů	dB	50
Hmotnost	kg	890

Tabulka 14: Technické údaje FILTER MAX DF 80

#### 6.4.3. Výpočet požadovaného podtlaku, návrh ventilátoru

Požadovaný podtlak pro návrh ventilátoru musí překonat součet všech tlakových ztrát v odsávacím zařízení:

1. Tlaková ztráta v odsávacím potrubí
2. Tlaková ztráta v odsávacích ramenech
3. Tlaková ztráta ve filtru

##### 1. Tlaková ztráta v odsávacím potrubí $p_{z1}$

Výpočet proveden dle [4]

Tlaková ztráta v potrubí je součtem:

- a. Tlaková ztráta třením
- b. Tlaková ztráta místní (kolena, T-kus, zvětšení průřezu)

ad a.

$$\text{Tlaková ztráta třením} \quad p_{zt} = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (6 - 9)$$

$\rho$  – hustota vzduchu  $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$  (při 20 °C a atmosférickém tlaku  $10^5 \text{ Pa}$ )

$$\text{Součinitel tření} \quad \lambda = f(\text{Re}, k_r) \quad (6 - 10)$$

$$\text{Reynoldsovo číslo} \quad \text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (6-11)$$

$\nu = 1,53 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  - kinematická viskozita vzduchu při 20 °C (uvedeno v [31])

Pro  $\text{Re} > 10^4$  se jedná o turbulentní proudění

$$\text{Relativní drsnost povrchu} \quad k_r = \frac{k}{d} \quad (6-12)$$

Když  $k_r \leq 15 \cdot \text{Re}^{-0,875}$  pak relativní drsnost nemá na součinitel  $\lambda$  vliv pak  $\lambda = f(\text{Re})$  a pro

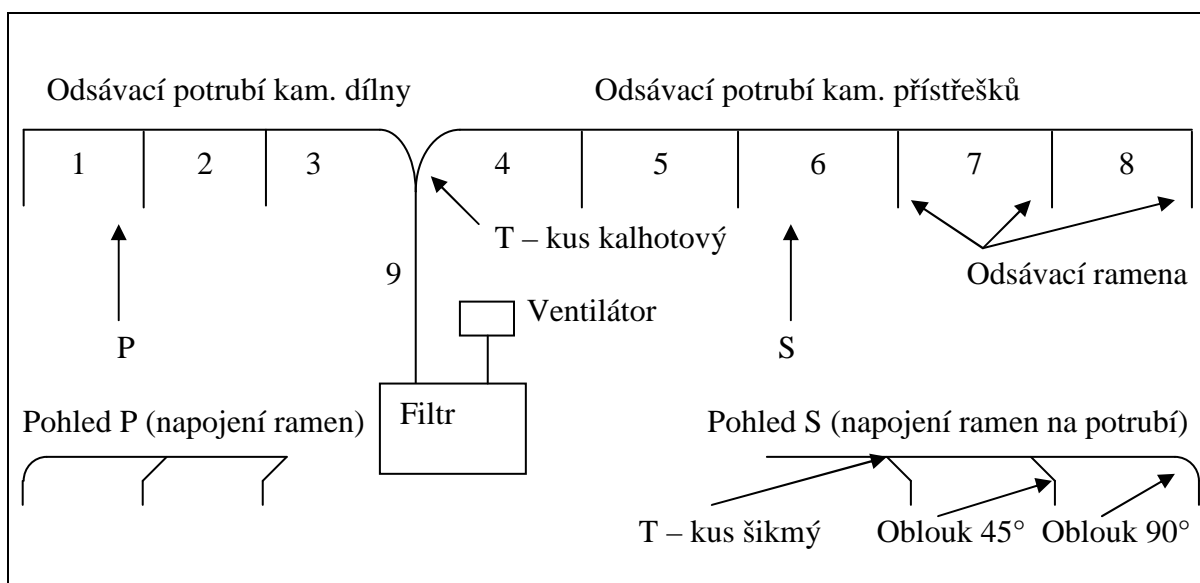
jeho výpočet se použije vzorec  $\lambda = \frac{0,184}{\sqrt[5]{\text{Re}}}$  (platí v rozsahu  $\text{Re} = 10^5$  až  $10^6$ )

$k$  – absolutní drsnost povrchu - pro potrubí z ocelového plechu  $k = 0,05 \text{ mm}$

$l$  – délka potrubí [m]

$d$  – průměr potrubí [m]

$v$  – rychlost proudění [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]



Obrázek 30: Situační náčrt odsávacího zařízení – půdorys a pohledy

Pro výpočet tlakových ztrát třením je odsávací potrubí rozděleno na 9 úseků (Obrázek 30).

Celkové odsávané množství vzduchu  $Q_{vz} = 6900 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  je rovnoměrně rozděleno na 8

odsávacích ramen, na jedno rameno připadá  $Q_{vz} = \frac{6900}{8} = 862,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = \underline{0,24 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$

Rychlosti proudění v jednotlivých úsecích potrubí jsou počítány z průtoku vzduchu

$$v = \frac{4 \cdot Q_{vz}}{\pi \cdot d^2} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}].$$

Úsek potr.	l [m]	d [m]	$Q_{vz}$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	v [m·s <sup>-1</sup> ]	Re	k <sub>r</sub>	15·Re <sup>-0,875</sup>	λ	p <sub>zt</sub> [Pa]
1	3	0,20	0,24	7,64	99862	0,0003	0,0006	0,018	10
2	3	0,25	0,48	9,78	159779	0,0002	0,0004	0,017	12
3	2,5	0,25	0,72	14,67	239669	0,0002	0,0003	0,015	20
4	4	0,32	1,20	14,92	312069	0,0002	0,0002	0,015	24
5	4	0,29	0,96	14,53	275481	0,0002	0,0003	0,015	26
6	4	0,25	0,72	14,67	239669	0,0002	0,0003	0,015	32
7	4	0,25	0,48	9,78	159779	0,0002	0,0004	0,017	15
8	4	0,20	0,24	7,64	99862	0,0003	0,0006	0,018	13
9	2,5	0,40	1,92	15,28	399448	0,0001	0,0002	0,014	12
								Σ p <sub>zt</sub>	164

Tabulka 15: Výpočet tlakové ztráty třením v odsávacím potrubí

ad b.

$$\text{Tlaková ztráta místní} \quad p_{zm} = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa}] \quad (6 - 13)$$

ξ součinitel místní ztráty – je uveden v [31]

ρ – hustota vzduchu ρ = 1,2 kg·m<sup>-3</sup> (při 20 °C a atmosférickém tlaku 10<sup>5</sup> Pa)

v – rychlost proudění [m·s<sup>-1</sup>]

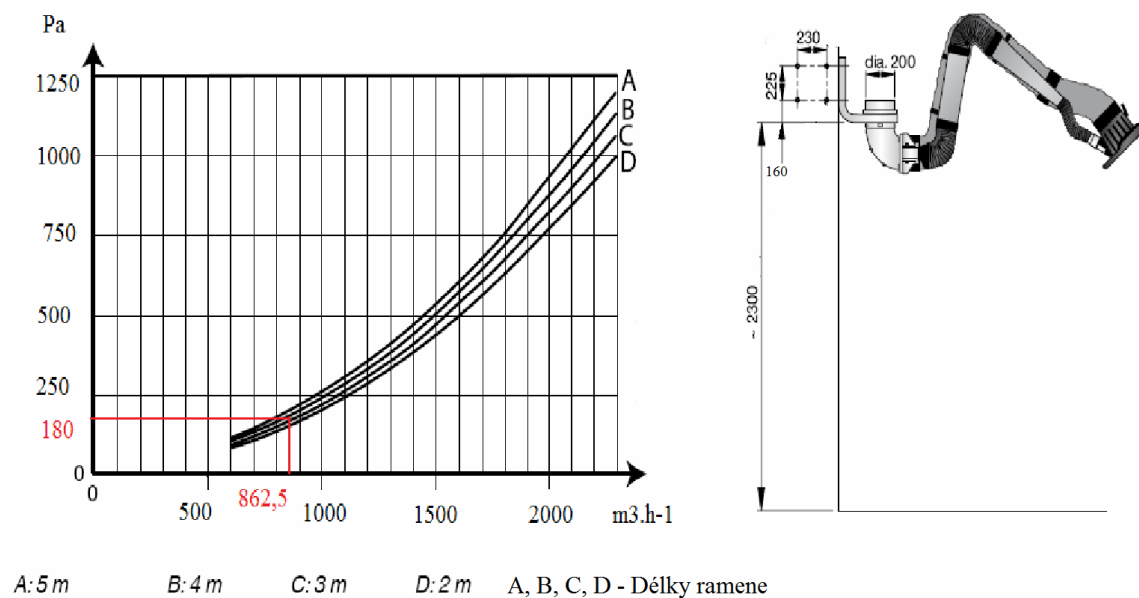
Tvar potrubí	ξ	v [m·s <sup>-1</sup> ]	p <sub>zm</sub> [Pa]
T-kus kalhotový	1,5	15,28	210
T-kus šikmý-spojení 1-2	0,1	9,78	6
T-kus šikmý-spojení 2-3	0,1	14,67	13
T-kus šikmý-spojení 8-7	0,1	9,78	6
T-kus šikmý-spojení 7-6	0,1	14,67	13
T-kus šikmý-spojení 6-5	0,1	14,53	13
T-kus šikmý-spojení 5-4	0,1	14,92	13
Zvětšení průměru 1-2	0,1	9,78	6
Zvětšení průměru 8-7	0,1	9,78	6
Zvětšení průměru 6-5	0,1	14,53	13
Zvětšení průměru 5-4	0,1	14,92	13
Oblouk 90° - 2 ks	0,15	7,64	11
Oblouk 45° - 6 ks	0,1	7,64	21
		Σ p <sub>zm</sub>	342

Tabulka 16: Výpočet tlakové ztráty místní v odsávacím potrubí

$$p_{z1} = p_{zt} + p_{zm} = 164 + 342 = \underline{506 \text{ Pa}}$$

## 2. Tlaková ztráta v odsávacích ramenech

Zvoleno 8 odsávacích ramen NEX HD s délkou  $C = 3 \text{ m}$  [27]



Obrázek 31: Graf tlakové ztráty a rozměry odsávacího ramene NEX HD

Z diagramu na obr. č. 31 odečtena tlaková ztráta ramene o délce 3 m: 180 Pa

Tlaková ztráta 8 ramen NEX HD:  $p_{z2} = 8 \cdot 180 = \underline{1\,440 \text{ Pa}}$

## 3. Tlaková ztráta ve filtru

Tlaková ztráta ve filtru:  $p_{z3} = \underline{1\,200 \text{ Pa}}$  (Tabulka 14)

Celková tlaková ztráta:

$$p_z = p_{z1} + p_{z2} + p_{z3} = 506 + 1\,440 + 1\,200 = \underline{3\,106 \text{ Pa}}$$

Požadovaný podtlak pro ventilátor  $p_z = \underline{3\,106 \text{ Pa}}$

**Návrh ventilátoru:**

Zvolen ventilátor Nederman NCF 120/25 [27].

Technické údaje:

Provozní průtok vzduchu  $3\,500 \div 12\,400 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Podtlak  $2\,000 \div 4\,500 \text{ Pa}$

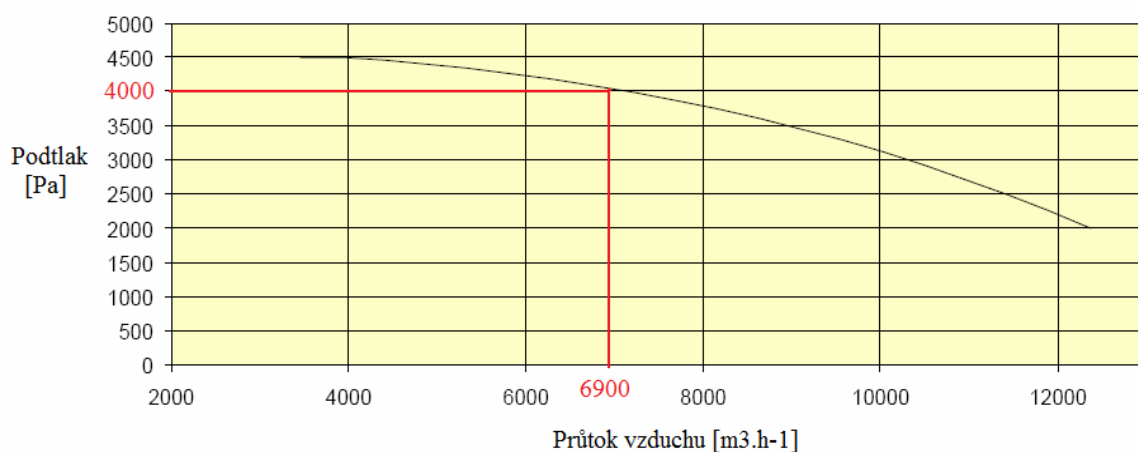
Výkon motoru  $15 \text{ kW}$

Hmotnost  $232 \text{ kg}$

Max. koncentrace prachu  $200 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$

Teplota prostředí  $-30 \div +40 \text{ }^\circ\text{C}$

Při průtoku vzduchu  $6\,900 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  je podtlak ventilátoru  $4\,000 \text{ Pa}$  – [Obrázek 32]



Obrázek 32: Graf tlakové ztráty ventilátoru NCF 120/25



Obrázek 33: Ventilátor Nederman NCF 120/25

## 6.5 Myčka nákladních automobilů HYDROCLAR

Myčka nákladních automobilů Hydroclar byla předmětem modernizace části strojního zařízení bakalářské práce [3]. Problém znečištění státní silnice při výjezdu vozidel z lomu dosud vyřešen nebyl, proto je aktuální v rámci komplexní modernizace lomu Řeka.

Mycí linka sestává z mycí rampy, betonových nebo ocelových nájezdů, betonových nebo ocelových nádrží, vodního a kalového hospodářství, čerpadel a řídicího systému. Pro lom je navržena myčka stabilního provedení situována v prostoru výjezdu na veřejnou silnici.

Funkce myčky:

Voda je čerpána z akumulční nádrže do tlakového potrubí mycí rampy. Potrubí je osazeno tryskami a je větveno tak, aby voda oplachla podvozek automobilu. Systém mytí je nízkotlaký. Čerpadlo dodává do systému 1 000 litrů vody za minutu při tlaku 1,8 bar. Trysky mají velkou průchodnost, voda dopadající na myté plochy má vysokou energii. Použitá voda stéká do sběrné nádrže, odkud je kalovým čerpadlem čerpána do sedimentační vany. V sedimentační nádrži dochází k oddělování vody a nečistot sedimentací, která může být podporována přidáváním flokulantu (zdravotně nezávadná látka, běžně se používá pro úpravu pitné vody). Ze sedimentační nádrže voda natéká gravitačně do akumulční nádrže. Pokud hladina vody v akumulční nádrži klesne pod úroveň minimální hladiny, doplní se voda čerpadlem z vodoteče nebo z cisterny.

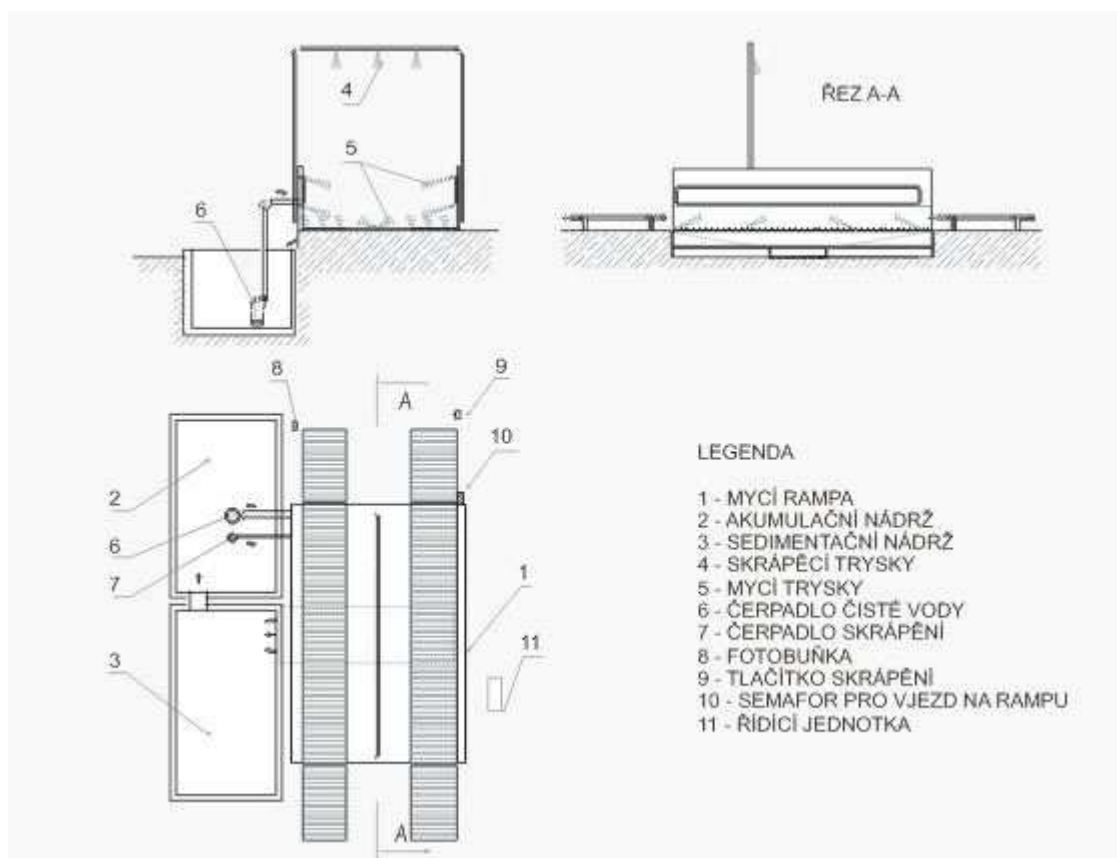
Mytí aut a čištění vody probíhá automaticky po vjetí na rampu. Podvozek a kola automobilu jsou omyty soustavou trysek a po jedné minutě auto opouští rampu myčky. Po dalších dvou minutách, sloužících k vyčištění vody, je zařízení připraveno k dalšímu mycímu cyklu. Celý cyklus trvá 3 minuty. Kaly ze sedimentační nádrže se vyklizují v četnosti, která závisí na stupni znečištění a počtu umytých aut. Sedimentační vana se po odpuštění vody naloží ramenovým nakladačem a kaly se odvezou k likvidaci (tuto činnost je možno objednat u fy Nehlsen Třinec, s.r.o). [3]

### 6.5.1 Technické údaje myčky:

Mycí rampa:	Šířka .....3,5 m
	Délka (bez nájezdů) .....4,5 m
	Vodní a kalové hospodářství .....8 x 4 m

Množství vody použité pro provoz .....	10 000 l
Počet umytých aut max. ....	15 – 20 za hodinu
Množství vody pro 1 umytí .....	1 000 l na 1 auto
Ztráty vody při mytí .....	25 l na 1 auto
Stupeň recyklace při mytí .....	95 %
Instalovaný příkon (čerpadlo mycí vody) .....	3 – 6 kW [24]

### 6.5.2 Schéma myčky:



Obrázek 34: Myčka nákladních automobilů HYDROCLAR

## **7. TECHNICKO – EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ**

### **VYHODNOCENÍ NÁVRHU**

#### **7.1 Investiční náklady při modernizaci lomu**

❖ Lopatové rýpadlo KOMATSU PC 350–8 .....	6 000 000 Kč
❖ Hydraulické kladivo F 35 XP .....	1 000 000 Kč
❖ Čelní kolový nakladač KOMATSU WA 65–6 (2ks).....	2 x 1 200 000 Kč
❖ Váha TAMTRON PKV 50 pro kolový nakladač (2ks).....	2 x 200 000 Kč
❖ Pneumatické vrtací kladivo VKA 15 (4ks).....	4 x 30 500 Kč
❖ Pneumatické klínování kladivo KK9-BL (5ks).....	5 x 13 200 Kč
❖ Kotoučová pila PK 90.....	90 000 Kč
❖ Bruska FLEX LW 1703 306.274 (3ks).....	3 x 9 896 Kč
❖ Sušička stlačeného vzduchu ATLAS COPCO CD 300.....	500 000 Kč
❖ Nový potrubní rozvod stlačeného vzduchu.....	150 000 Kč
❖ Nová budova kamenické dílny	
▪ Betonové základy + podlaha.....	320 000 Kč
▪ Ocelová nosná konstrukce.....	250 000 Kč
▪ Stěnový a střešní plášť ze sendvičových panelů.....	350 000 Kč
▪ Ostatní náklady (okna, dveře, okap. žlaby).....	150 000 Kč
❖ Elektrický řetězový kladkostroj 66/04 AKE (3ks).....	3 x 81 300 Kč
❖ Plynový světlý zářič SBM B6 SX.....	8 450 Kč
❖ Plynový světlý zářič SBM B10 SX (4ks).....	4 x 9 830 Kč
❖ Regulační modul PTVJ1 1-5 (řízení režimu vytápění).....	28 000 Kč
❖ Termostat PT1-PZ (ovládání zářiče v kompresorovně).....	2 520 Kč
❖ Nový vnitrozávodní rozvod zemního plynu.....	30 000 Kč
❖ Filtrační jednotka NEDERMAN Filter Max DF 80.....	246 818 Kč
❖ Ventilátor NEDERMAN NCF 120/25.....	98 442 Kč
❖ Odsávací rameno NEDERMAN NEX HD (8ks).....	8 x 17 926 Kč
❖ Odsávací potrubí.....	22 000 Kč
❖ Myčka nákladních automobilů HYDROCLAR .....	1 000 000 Kč
CELKOVÉ INVESTIČNÍ NÁKLADY .....	13 690 546 Kč



## 7.2 Ekonomické vyhodnocení návrhu

Z ekonomického hlediska se jedná o vyhodnocení investice obsahující návrh komplexní modernizace lomu Řeka. Toto hodnocení jsem provedla dle [6] na základě ekonomických výsledků uvedené provozovny v r. 2007:

❖ Příjmy  $P = 8\,548\,000$  Kč

❖ Výdaje  $V = 6\,486\,000$  Kč

Pro výpočet doby návratnosti DN jsem uvažovala časové období  $h \in \langle 1, \dots, 10 \rangle$  let. V každém roce z uvedeného období jsou výdaje  $V$  sníženy o cca 10 % a příjmy  $P$  zvýšeny o cca 15 % oproti r. 2007 jako důsledek navržené modernizace.

CF – roční cash flow [Kč]

$$\text{SHCF} - \text{současná hodnota cash flow v daném roce} = \frac{\text{CF}}{(1+k)^h}$$

$k$  – diskontní sazba ( $k = 20\%$ ,  $k = 0,2$ )

$$\sum \text{SHCF} = \sum_{i=1}^h \frac{\text{CF}}{(1+k)^h}$$

$$\check{\text{CSH}} - \text{čistá současná hodnota} = \sum_{i=1}^{10} \text{SHCF} - \text{Investice}$$

rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V	5837400	5838000	5843000	5848000	5850000	5852000	5854000	5858000	5860000	5865000
P	9718000	9720000	9755000	9705000	9710000	9764000	9750000	9758000	9704000	9735000
CF	3880600	3882000	3912000	3857000	3860000	3912000	3896000	3900000	3844000	3870000
SHCF	3233833	2695833	2263889	1860050	1551247	1310121	1087302	907015,4	744993	625026,6
$\sum$ SHCF	3233833	5929667	8193556	10053606	11604853	12914974	14002276	14909291	15654284	16279311
Investice										13690546
ČSH										2588765

Tabulka 17: Ekonomické vyhodnocení návrhu

Z tabulky ekonomického vyhodnocení návrhu je doba návratnosti investice DN 7 let, kdy v tomto roce  $\sum \text{SHCF}$  přesáhl hodnotu investice ( $14002276 > 13690546$ ) a vypočtená hodnota ČSH 2588765 je z ekonomického hlediska velice příznivá, proto navržená investice je vhodná k realizaci.

### 7.3 Ekologické vyhodnocení návrhu

Provozovatelem Lomu Řeka je společnost Slezský Kámen, a.s., která realizací svého výrobního programu se hlásí ke své spoluodpovědnosti za trvalé zlepšování životního prostředí v ČR. Přijetím environmentální politiky se vedení firmy zavazuje k činnostem, které ovlivňují zlepšování ŽP v místech svých trvalých pracovišť. Provedený návrh komplexní modernizace Lomu Řeka je koncipován v souladu s platnými právními předpisy v oblasti ŽP a BP.

**Stroje KOMATSU** splňují přísné ekologické limity. Nově vyvinuté motory Komatsu ECOT3 jsou vybaveny funkcemi, které podporují energeticky úsporný provoz a ukazatel ekologického provozu. Prodloužené intervaly výměn motorového oleje, hydraulického oleje a filtrů výrazně snižují dopad na ŽP. Stroje jsou konstruovány s přihlédnutím k likvidaci na konci životnosti efektivně redukující dopad na ŽP.

**Myčka nákladních automobilů HYDROCLAR** odstraní problém znečišťování veřejné silnice vozidly, které vyjíždí z lomu. Provoz myčky je automatický, vyžaduje minimální obsluhu a údržbu. Jednoduchá konstrukce, maximální spolehlivost, nízká cena ve srovnání s obdobnými zahraničními výrobky patří mezi hlavní přednosti tohoto zařízení.

**Nová budova kamenické dílny** je navržena pro energeticky úsporný a ekologický provoz. Moderní systém konstrukce zatepleného objektu sníží energetické náklady na provoz lomu. Vytápění infračervenými plynovými zářiči je nevířivé, nehlučné a energeticky úsporné. Zdvihací technika uvnitř budovy zlepší pracovní podmínky zaměstnanců.

**Odsávací zařízení** švédské fy NEDERMAN zlepší pracovní prostředí, sníží zdravotní a bezpečnostní rizika, minimalizuje škodlivé emise. Nederman je firma s celosvětovou působností v oblasti zlepšování pracovních podmínek a ekologie.

## 8. ZÁVĚR

Cílem „NÁVRHU KOMPLEXNÍ MODERNIZACE LOMU ŘEKA“ bylo koncepční vyřešení nové provozovny společnosti Slezský Kámen, a.s. pro dobývání a zpracování těšínského pískovce v souladu s environmentální politikou a zlepšením pracovního prostředí. Navržená komplexní modernizace přispěje k ochraně ŽP celé lokality lomu, která je součástí CHKO Beskydy.

Výsledkem ekonomického rozboru navržené investice je doporučení k její realizaci. Navržená investice v hodnotě necelých 14 mil. Kč zvýší efektivitu dobývání těšínského pískovce, který pro svou výjimečnou barvu je používán mimo jiné pro obklady exteriérů a zahradní architekturu.

## **POUŽITÁ LITERATURA**

- 1 BAŠTA, J. a kol.: *Topenářská příručka*. 1. vyd. Sv.1. Praha : Gas s.r.o., 2001. Kapitola 1.8, Tepelné ztráty budov, s. 115-118. Kapitola 5.4, Vytápění infračervenými plynovými zářiči, s. 668-691.
- 2 DAKOPROJEKT, S.R.O., OSTRAVA: *Rekonstrukce a nadstavba provozní budovy k. ú. Řeka*. Dokumentace ke stavebnímu řízení 69/40/03/00. 11/2000.
- 3 KLUZOVÁ, N.: *Využití a zpracování godulského pískovce z lomu Řeka*. Bakalářská práce VŠB – TU Ostrava, 2007. 43 s.
- 4 NOSKIEVIČ, J. a kol.: *Mechanika tekutin*. Praha: SNTL, 1987. Kapitola 6, Proudění skutečných tekutin, s. 184-327.
- 5 SMUTKA, J.: *Fyzika Ib Nauka o teple*. 1. vyd. Ostrava: Skripta VŠB – TU Ostrava, 1969. 152 s.
- 6 Zralý, M.; Zeman L.; Zahradník J.; Mádlová D.; Košetická B. : *Management a ekonomika podniku (sbírka úloh)*. 2. dotisk k 1. vyd. Praha: Skripta ČVUT Praha, 2008. 214 s.
- 7 ČSN EN 13410. *Závěsná sálavá topidla na plynná paliva – Požadavky na větrání prostorů pro všeobecné použití vyjma domácností*. Praha: Český normalizační institut, 2002. 10 s.
- 8 ČSN ISO 690. *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- 9 ČSN ISO 690-2. *Informace a dokumentace: bibliografické citace. Část 2, Elektronické dokumenty nebo jejich části*. Praha: Český normalizační institut, 2000. 22 s.
- 10 Nařízení vlády č. 615/2006 Sb. *o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší*. Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=615%2F2006&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=615%2F2006&number2=&name=&text=>)

- 11 *Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=361%2F2007&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=361%2F2007&number2=&name=&text=>)
- 12 *Vyhláška ČBÚ č. 435/1992 Sb. o důlně měřické dokumentaci při hornické činnosti.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=435%2F1992&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=435%2F1992&number2=&name=&text=>)
- 13 *Vyhláška ČBÚ č. 392/2003 Sb. Bezpečnost provozu technických zařízení při hornické činnosti.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=392%2F2003&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=392%2F2003&number2=&name=&text=>)
- 14 *Vyhláška MŽP č. 356/2002 Sb. Seznam znečišťujících látek a obecné emisní limity znečištění ovzduší.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=356%2F2002&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=356%2F2002&number2=&name=&text=>)
- 15 *Vyhláška MŽP č. 368/2004 Sb. o geologické dokumentaci.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=368%2F2004&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=368%2F2004&number2=&name=&text=>)
- 16 *Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=114%2F1992&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=114%2F1992&number2=&name=&text=>)
- 17 *Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=22%2F1997&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=22%2F1997&number2=&name=&text=>)
- 18 *Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší.* Dostupné na WWW:  
<[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/701?number1=86%2F2002&number2=&name=&text=>](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=86%2F2002&number2=&name=&text=>)

- 19 Směrnice č. 2/2008 děkana Hornicko-geologické fakulty VŠB-TU Ostrava Pokyny pro zpracování diplomové práce. Dostupné na WWW:

<[http://www.hgf.vsb.cz/shared/uploadedfiles/hgf/HGF\\_SME\\_08\\_002\\_ZpracovaniDiplomovePrace.pdf](http://www.hgf.vsb.cz/shared/uploadedfiles/hgf/HGF_SME_08_002_ZpracovaniDiplomovePrace.pdf)>

- 20 [www.akni-naradi.cz](http://www.akni-naradi.cz)

- 21 [www.atlascopco.cz](http://www.atlascopco.cz)

- 22 [www.danex.cz](http://www.danex.cz)

- 23 [www.huddy.cz](http://www.huddy.cz)

- 24 [www.hydroclar.cz](http://www.hydroclar.cz)

- 25 [www.komatsu.cz](http://www.komatsu.cz)

- 26 [www.kovprof.cz](http://www.kovprof.cz)

- 27 [www.nederman.cz](http://www.nederman.cz)

- 28 [www.permon.cz](http://www.permon.cz)

- 29 [www.tamtron.cz](http://www.tamtron.cz)

- 30 [www.tesort.cz](http://www.tesort.cz)

- 31 [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Letecký snímek kamenolomu Řeka .....	2
Obrázek 2: Vrstvy godulského pískovce v kamenolomu Řeka .....	4
Obrázek 3: Režim „Plynulý“ .....	11
Obrázek 4: Režim „Power“ .....	11
Obrázek 5: Rozměry rýpadla PC 350-8 .....	13
Obrázek 6: Pracovní rozsahy rýpadla PC 350-8 .....	14
Obrázek 7: Rozměry nakladače WA 65–6 s vidlemi .....	15
Obrázek 8: Rozměry nakladače WA 65–6 - základní stroj .....	16
Obrázek 9: Vyhodnocovací jednotka váhy TAMTRON PKV 50 .....	17
Obrázek 10: Hydraulické kladivo F 35 XP .....	18
Obrázek 11: Pneumatické vrtací kladivo VKA 15 .....	19
Obrázek 12: Pneumatické klínování kladivo KK9-BL .....	20
Obrázek 13: Kotoučová pila PK 90 .....	21
Obrázek 14: Provozní budova – pohled západní .....	22
Obrázek 15: Provozní budova – pohled východní .....	23
Obrázek 16: Půdorys garáže .....	23
Obrázek 17: Půdorysné rozmístění budov v lomu Řeka po realizaci projektu .....	24
Obrázek 18: Bruska FLEX LW 1703 306.274 .....	25
Obrázek 19: Půdorysné rozmístění budov při komplexní modernizaci lomu Řeka .....	26
Obrázek 20: Princip činnosti adsorpční sušičky se studeným pracovním postupem .....	28
Obrázek 21: Instalace: sušička CD 300, vzdušník, kompresor GA 90 VSD .....	29
Obrázek 22: Elektrický řetězový kladkostroj 66/04 AKE .....	30
Obrázek 23: Půdorys nové budovy kamenické dílny .....	31

Obrázek 24: Princip vytápění infračervenými plynovými zářiči.....	33
Obrázek 25: Rozměry střechy budovy kamenické dílny .....	34
Obrázek 26: Závěsný infračervený plynový světlý zářič.....	35
Obrázek 27: Nízkopodtlakové odsávací zařízení NEDERMAN .....	37
Obrázek 28: FILTER MAX DF 80 .....	39
Obrázek 29: Rozměry FILTER MAX DF 80 .....	40
Obrázek 30: Situační náčrt odsávacího zařízení – půdorys a pohledy .....	42
Obrázek 31: Graf tlakové ztráty a rozměry odsávacího ramene NEX HD.....	44
Obrázek 32: Graf tlakové ztráty ventilátoru NCF 120/25 .....	45
Obrázek 33: Ventilátor Nederman NCF 120/25 .....	45
Obrázek 34: Myčka nákladních automobilů HYDROCLAR .....	47



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Rozměry řezů a šířek pracovních plošin a způsob dobývání a nakládání .....	6
Tabulka 2: Rozměry rýpadla PC 350-8 .....	13
Tabulka 3: Rozměry rýpadla PC 350-8 v závislosti na délce násady .....	13
Tabulka 4: Pracovní rozsahy rýpadla PC 350-8 .....	14
Tabulka 5: Rozměry nakladače WA 65–6 s vidlemi .....	15
Tabulka 6: Rozměry nakladače WA 65–6 - základní stroj .....	16
Tabulka 7: Technické údaje hydraulického kladiva F 35 XP .....	18
Tabulka 8: Technické údaje a hlavní rozměry vrtacího kladiva VKA 15 .....	19
Tabulka 9: Technické údaje a hlavní rozměry klínovacího kladiva KK9-BL .....	20
Tabulka 10: Technické údaje a hlavní rozměry kotoučové pily PK 90.....	21
Tabulka 11: Výkon kompresoru a spotřeba stlačeného vzduchu pneumatických zařízení .	27
Tabulka 12: Technické údaje a rozměry sušičky CD 300: .....	29
Tabulka 13: Způsob odlučování prachu v kamenolomech – příloha č.4. k [14] .....	38
Tabulka 14: Technické údaje FILTER MAX DF 80 .....	41
Tabulka 15: Výpočet tlakové ztráty třením v odsávacím potrubí.....	43
Tabulka 16: Výpočet tlakové ztráty místní v odsávacím potrubí .....	43
Tabulka 17: Ekonomické vyhodnocení návrhu .....	49

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 :                      Základní mapa lomu Řeka, evidenční číslo DMG 1/21000